

UNIVERSAL
LIBRARY

OU_232003

UNIVERSAL
LIBRARY

OSMANIA UNIVERSITY LIBRARY

Call No.

۷-۱۵۳۹۶

Accession No.

Author

رکنیہ لیب بستی

Title

آزما شہائی انجی ترجمہ ناصر باہر تیان

This book should be returned on or before the date last marked below.

مکتب
ریوند ف. بیتش

آزمایشنامه‌ی برای همه

ترجمه‌ی
ناصر ماهوتیان

مقدمه ۴ :

بقلم استاد دکتر محمود حسابی

کتابخانه‌ی شاهان
سخنهای بارگشت چینه‌ی آباد گوی
ناشر

کتابخانه‌ی طهرانی

طهران . خیابان شاه آباد

بامکاری مؤسسه انتشارات فرانکلین
نهران - نیویورک

This is an authorized translation of
ATOMIC EXPERIMENTS FOR BOYS

by Raymond F. Yates.

Copyright, 1952, by Raymond F. Yates. Published by
Harper and Brothers, New York.

آزمایش‌های امتی

برای همه

تألیف.

ریوند ف. بیتس

ترجمه‌ی

ناصر ماهوتیان



شرکت چاپخانه فرسوده

برای اطلاع خوانندگان

مؤلف با نهایت میل باطلاع کلیه‌ی خوانندگان عزیز می‌رساند که که در کارتألیف این کتاب خود در امرهون کمک‌های آقای جرج. ل. گلاشی، که رئیس بخش خدمات آموزشی کمیسیون انرژی اتمی در شهر واشینگتون است، میداند.

مقدمه

بقلم جناب آقای دکتر محمود حسایی
استاد دانشمند و رئیس محترم دانشکده‌ی علوم

امروز ترجمه یا تألیف کتب علمی، فنی و ادبی صحیح در ایران کاری دشوار است زیرا مترجم یا مؤلف باید، نه فقط با صرف وقت، بلکه احیاناً با بذل مال وارد میدان عمل شود از این رو که متأسفانه عادت بمطالعه، و بخصوص مطالعات علمی، هنوز آنچنانکه باید پیدانشده است.

ولی باید دید چه کسی، خارج از محیط مدرسه، مسئول ترفیع سطح فرهنگ عمومی است. این وظیفه‌ی خطیر از سوئی بر عهده‌ی مؤلفین و مترجمین است و از سوی دیگر بر عهده‌ی ناشرین. تنها مردم تحصیل کرده‌ی يك کشورند که باید در ارتقاء سطح دانش عمومی کشور خود بکوشند و این مطلوب جز با صرف همت و جدیت بدست نمی‌آید. اگر اشخاص بالاستعداد و اهل فن دست بتألیف و ترجمه‌ی کتبی ببرند که بتدریج مردم را با مفاهیم ساده‌ی علمی آشنا سازد و آنان را از آنچه در دنیای متحول امروزی میگذرد تاحدی بی‌اگاهانند و لزوم همکاری و هماهنگی با کاروان تندروی تمدن را بر همه محسوس سازد، دیری نخواهد گذشت که مطالعات علمی منظم آغاز خواهد شد و کشور مانیز در پیشرفت علمی جهان شریک خواهد گردید، و استقبال جوانان کشور بخواندن کتب علمی و تحقیق و تجسس، بهترین پاداش

کسانی خواهد بود که در این راه کوشیده و درست‌اخیز علمی این کشور
سپیم می‌باشند.

یکی از جوانانی که در این راه گامی برداشته آقای ناصر ماهوتیان
است که بسال ۱۳۲۴، بارتبه‌ی شاگرد اولی، و دریافت‌مدال علمی درجه‌ی
یك، رشته‌فیزيك و شیمی دانشکده‌ی علوم تهران را پیاپی رسانیده و همواره
از حیث کارهای علمی و عملی و کوشش در مطالعه و کسب اطلاعات علمی
تازه مورد نظر و توجه بوده است. مشارالیه پس از پایان دوره‌ی دانشکده
و آغاز کار آموزشی دست از مطالعه نکشیده و همیشه یکی از بهترین دبیران
فیزيك و شیمی بوده و در مدارس تهران بتعلیم و تربیت دانش‌آموزان اشتغال
داشته است. وی بسال ۱۳۳۱ بدعوت دولت امریکا برای مطالعه بسان
کشور مسافرت و مطالعات خود را در رشته‌ی فیزيك و تعلیم و تربیت دنبال
کرده است، و اینک که دست بترجمه‌ی این کتاب سودمند برده خوشبختانه
با طرزی نوین و جالب توجه آنرا پیاپی رسانیده و با افزودن حواشی و
لغت نامه‌ای باین کتاب آنرا برای خوانندگان آسان و شیرین ساخته است.
زحمتی که مترجم در این کار کشیده شایان تقدیر است و جای آن
دارد که اشخاص تحصیل کرده و دانش‌دوست نیز باین رویه‌ی مطلوب تأسی
جویند و گامی در راه خدمت فرهنگی بجامعه بردارند.

تهران - دوم مهر ۱۳۳۴

دکتر محمود حسینی

مقدمه و توضیح مختصر

روزگاری مسائل و مطالب مربوط به اتم جزء قسمت‌های نظری علم فیزیک بشمار میرفت و بحث در این مسائل بندرت از چهار دیواری محاسبات و معادلات ریاضی تجاوز میکرد و اگر احیاناً و ندرتاً وسائلی برای تجربه اختراع میشد از این آزمایش‌ها نتیجه‌ای جز نقض یا تأیید نظریه‌ای که قبلاً اعلام شده بود گرفته نمیشد. فیزیک اتمی ناحیه‌ی کوچکی از قلمرو پهناور علم فیزیک و شیمی را اشغال میکرد و بمخیله‌ی هیچکس، حتی علمائیکه در اتم کار میکردند، خطور نمیکرد که کوچکترین مورد استعمال عملی و صنعتی برای این نظریات علمی و ریاضی پیدا شود، تا چه رسد به آنکه روزی انرژی اتمی چنان بر جهان حکمفرمائی کند که دول نیرومند شرط موجودیت خود را در تکمیل طرق استفاده از انرژی اتمی، در زمان صلح و جنگ، بدانند و با تمام قوا در این مسابقات اتمی شرکت جویند.

امروز در کشورهای بزرگ جهان کارگاهها، کارخانه‌ها، آزمایشگاهها و مؤسسات پژوهشی دولتی و ملی بزرگ بمنظور استفاده از انرژی اتمی در زمان صلح و برای تأمین بهداشت و رفاه بشر دایر گردیده و از نتایج این کوشش‌ها تاکنون در کشاورزی، پزشکی و تهیه انرژی الکتریکی استفاده‌های غیر منتظری شده است که اندکی از آن در این کتاب مورد مطالعه قرار میگردد. تازه، تمام اینها هنوز از نتایج سحر است و باید منتظر صبح دولت اتم باشیم.

در این کتاب، مولف سعی کرده مطالب علمی را بساده‌ترین وجه ممکن، و بدون بکار بردن اصطلاحات و لغات مشکل علمی، بطوری بیان کند که برای همه، از دانش‌آموز دبیرستان تا دانشجوی دانشگاه و از پیرگرفته تاجوان، قابل استفاده باشد و ضمناً جنبه‌ی سندیت و صحت خود را از دست ندهد و بصورت بعضی آثار مبتذل که گاهی دیده شده در نیاید. ولی باید متأسفانه اعتراف کرد که ستاج فرهنگ عمومی، بویژه از حیث دانستنی‌های علمی در کشور کهن سال مافوق العاده پائین‌تر از امریکا و اروپا است و کتابی که برای افراد معمولی امریکائی سهل‌الضم است ممکنست برای خواننده‌ی غیرمتخصص و غیرفنی ایرانی ثقیل جلوه کند. لهذا مترجم به پیروی از نظر مولف در متن کتاب هر کجا بلغتی که معنی مخصوصی در علوم دارد بر خورد کرده بلافاصله آنرا بصورت پاورقی توضیح داده و بعلاوه در تشریح و بیان نکات مهم بقدری کوشیده که تعداد توضیحات پاورقی (که باستثنای یک مورد بقیه تماماً از مترجم است) بحدود یکصد و هفتاد بالغ شده است.

و نیز بمنظور تکمیل این نظر، در پایان کتاب بدرج فهرستی از لغات علمی، که بکار رفته، با توضیح معنی آنها اقدام شده است. این فهرست اکثراً شامل لغاتی است که شرح آنها در پاورقی مقدور نبوده است.

در خاتمه امیدوار است با ترجمه‌ی این کتاب، با این سبک مخصوص بخود، توانسته باشد اطلاعات ضروری فوق‌العاده ساده و اولیه‌ای را درباره‌ی الفبای اتم‌شناسی و انرژی اتمی، که قافله سالار تمدن و بشریت در عصر متحول مالست، در اختیار خوانندگان عزیز بگذارد.

ناصر ماهوتیان

تهران - شهریور ماه ۱۳۳۴

فصل اول

یک دنیای مثبت و منفی

مادر میان دریایی از الکتریسیته زندگی میکنیم که قسمتی از آن بحال حرکت و قسمتی از آن بحال سکون است. الکتریسیتهی در حال حرکت را «جریان الکتریسیته» یا برق مینامند مانند الکتریسیتهی جاری از درون سیمها، قرقه‌ها، تلفن‌ها و یا لامپهای الکتریکی.

وقتی که الکتریسیته بی حرکت است «الکتریسیتهی ساکن» نامیده میشود و جسمی را که الکتریسیتهی ساکن دارد گویند دارای «بار الکتریکی» است.

بهر حال، الکتریسیته جاری یا ساکن از اجتماع ذراتی ساخته شده بنام الکترون که کوچکترین ذره در جهان است. میتوان گفت که الکترون يك ذره الکتریکی خالص است تعدادی از همین ذرات، یعنی از این الکترونها، از جملهی ذراتی هستند که اتمهای ماده را میسازند و بنا بر این همیشه توی ماده اسیرند. عدهی دیگری از الکترونها سرگردان، یعنی الکترونهاي آزاد، جریان الکتریسیته را، که اینهمه بنوع بشر خدمت میکند، بوجود میآورند. از يك موتور یا از يك لامپ الکتریکی در هر ثانیه تعداد بیشماری از این ذرات باید بگذرد تا کار کند. وقتی الکترونها با سرعت از سیمها عبور میکنند گوئیم اختلاف سطح الکتریکی

(ولتاژ) زیاد است و هر چه عده‌ی الکترون‌هایی که در هر ثانیه از يك نقطه‌ی معین عبور میکنند زیادتر باشد شدت جریانی (آمپراژ) که درست میشود بیشتر است. الکترون خود يك ذره‌ی الکتروسیتمه‌ی منفی است.

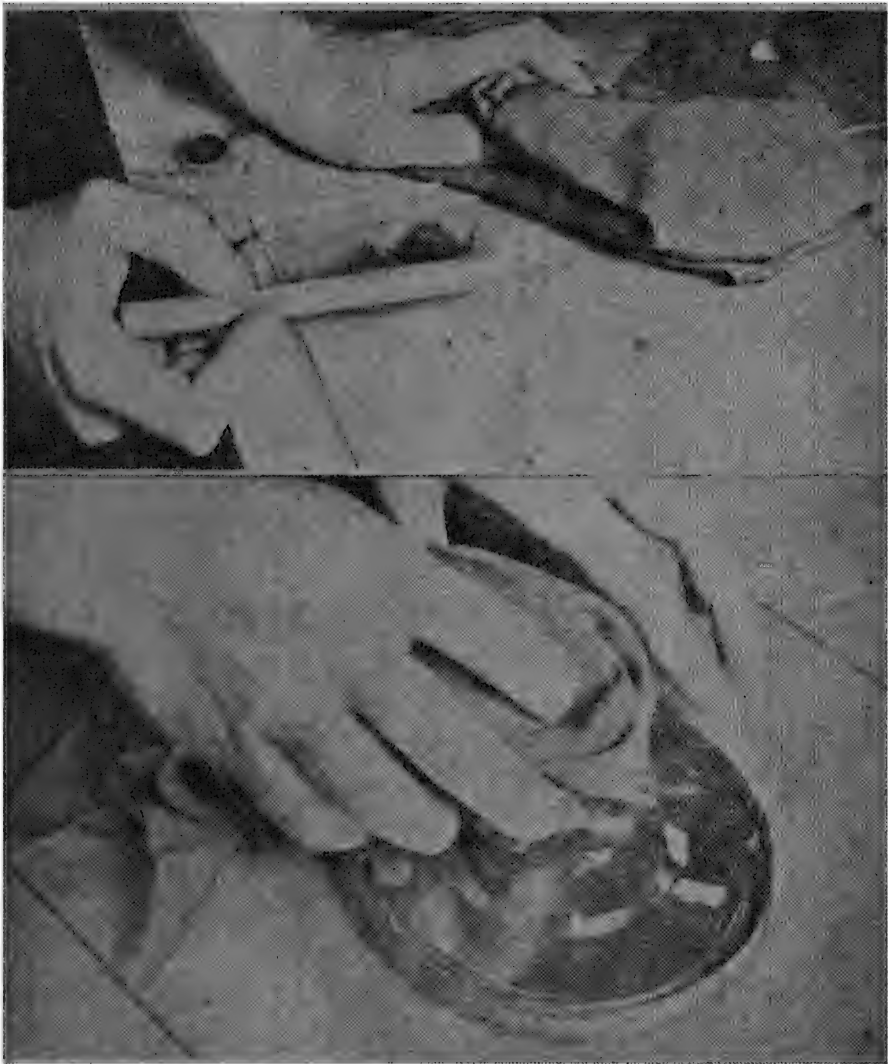
اگر بخواهیم باتمها و انرژی اتمی پی ببریم باید در آزمایشگاه منزلمان دربارہ‌ی بازہای الکتریکی بتحقیق پردازیم. خوشبختانه بسیاری از آزمایش‌های جالب و آموزنده را میتوان با وسائلی انجام داد که در يك چشم بهمزدن ساخته میشوند.

پیش از اینکه بساختن وسایل آزمایش شروع کنیم، بیایم با الکتروسیتمه‌ی ساکن که باسانی میتوانیم تولید کنیم چند آزمایش بعمل آوریم. برای اولین آزمایش قطعات کوچکی از کاغذ خشك بقدر نصف تیرهای پستی میبریم. سپس يك صفحه گرامافون کاغذ چوئی یا پلاستیکی (۱) را محکم با يك قطعه پارچه ابریشمی خشك یا پشمی مالش میدهیم. بعد صفحه گرامافون را به تکه‌های کاغذ نزديك کرده ملاحظه میکنیم که تکه‌های کاغذ بطرف صفحه کشید شده بسطح آن میچسبند، مثل آنکه باچسب آنها را بصفحه چسبانیده باشند.

در آزمایش دیگر (شکل ۱ را ملاحظه کنید) يك قطعه شیشه‌ی خشك و تمیز را بالای تکه‌های کاغذی که روی يك قوطی حلبی قرار دارند نگاه میداریم. وقتی سطح شیشه را با يك قطعه پارچه پشمی یا ابریشمی مالش دهیم قطعات کاغذ علی‌رغم نیروی ثقل بطرف بالا پرواز کرده بسطح تحتانی شیشه میچسبند

۱- باشانه، با قلم خود نویس و یا با اجسامی از جنس آنها نیز میتوان

همین آزمایش را بعمل آورد. مترجم



شکل ۱ - (بالا) هرگاه قطعه‌ای از لاک پستی را با پارچه‌ی پشمی یا ابریشمی خشک مالش دهیم دارای بار الکتریکی شده و قطعات کوچک کاغذ را بخود میکشد. (پائین) قطعات کوچک کاغذ را توی دریک قوطی حلبی ریخته و قطعه‌ی شیشه‌ای را که اذدر قوطی مزبور بزرگتر باشد روی آن میگذاریم بطوری که دیواره‌ی در قوطی مانع تماس ذرات کاغذ باشیشه بشود. حال اگر سطح فوقانی شیشه را با پارچه‌ی پشمی یا ابریشمی خشک مالش دهیم ذرات کاغذ بطرف بالا پریده بسطح تحتانی شیشه میچسبند.

شکل ۲ بطور کامل جزئیات ساختمان دستگاه ساده ایبرانشان میدهد که میتوان آنرا با وسایل ساده و بآسانی تهیه کرد. این دستگاه که میتواند وجود بارهای الکتریکی را آشکار سازد الکتریسیته نما (الکتروسکپ) نامیده میشود و داخل يك شیشه مربائی (۲) كوچك قرار دارد. سیمی که درون شیشه مربائی وارد شده و بانتهای آن دو ورقه‌ی نازك فلزی چسبیده در محل عبور از در فلزی شیشه باید كاملاً از عایق پوشیده شده باشد (از لحاظ الکتریکی) و عایق کردن این قسمت که خیلی اهمیت دارد بوسیله‌ی گوگرد گداخته یا لاک (که برای لاک و مهر مصرف میشود) انجام میگردد.

ورقه‌های طلائی که بمصرف اعلان نویسی روی شیشه‌ی پنجره‌ی مغازه‌ها میرسد (۳) برای ساختن ورقه‌های فلزی الکتریسیته نما بسیار خوب است ولی نصب آن در دستگاه قدری مشکل است و بهتر است الکتریسیته نما را پیش‌بکی از اعلان نویسها که اعلان طلائی برای شیشه‌ی پنجره‌ی مغازه‌ها درست میکنند ببریم تا ورقه‌های طلا را در آن نصب کند.

بجای طلا ممکن است از ورقه‌ی فلزی که برای پیچیدن آدامس مصرف میشود استفاده کرد این فلز از ورقه‌ی طلا بسیار سنگین‌تر و لهذا

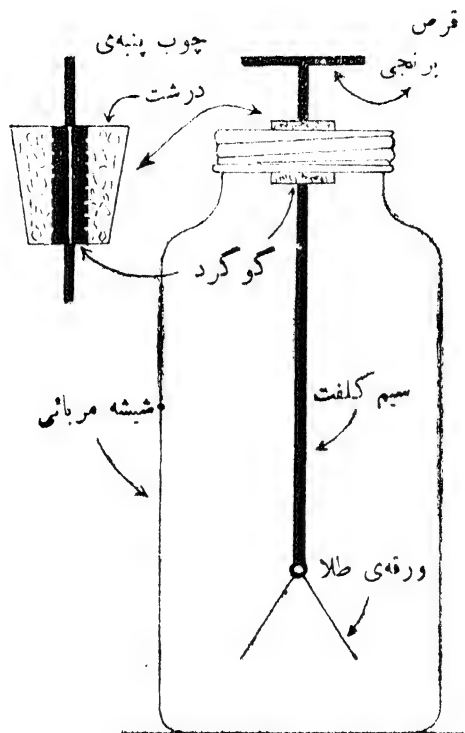
۲- مؤلف در این مورد شیشه جای Peanut-butter را نام برده.

چون این خوراکی در ایران مصرف و شناخته نشده برای رسانیدن مقصود بجای کلمه مزبور، شیشه مربائی گذاشته شد. مترجم

۳- در امریکا برای نوشتن اعلان روی شیشه‌ی پنجره‌ی مغازه‌ها گاهی

بجای رنگ از ورقه‌های طلائی بسیار نازکی استفاده میکنند و این ورقه‌ها را که بشکل نواری میباشد با وسایل مخصوصی بشکل حروف و کلمات مختلف روی شیشه میچسبانند و چون ورقه‌ی طلائی که مصرف میشود بی اندازه نازك است این اعلانات گران‌هم تمام نمیشود. مترجم

حساسیتش کمتر است . اگر يك قطعه از آنرا چند دقیقه در الكل معمولی بهخيسانيم كاغذيكه بفاز چسبیده از آن جدا شده و فلز را ميتوان مطابق شكل بانتهای سيم وصل كرد . (۴)



شكل ۴- قسمتهای مختلف يك دستگاه الكتریسیته نمای ساده كه ميتوان آنرا بادست درخانه ساخت و با آن آزمایش‌های بسیاری در باره‌ی الكتریسیته دادن باجسام بعمل آورد

۴- این فلز قلع است . ماممكن است از ورقه‌ی قلع كه در جعبه های چای یا در بعضی از جعبه های سیگار یا برای پیچیدن شكلات مصرف میشود استفاده كنیم . در این صورت ابتدا بوسیله‌ی ناخن كشیدن چین و چروك ورقه‌ی قلعی را صاف و آنرا نازك میكنیم و بعد باریكه‌ای از آن میبریم و در الكتریسیته نما مصرف مینمائیم . برای ساختن سایر قسمتهای

برای آنکه الکتريسيته نما آماده کار شود باید آنرا بملايمت حرارت داد تا تمام ذرات رطوبت از سطوح آن زایل گردد و الا آزمایشهای ما درست در نمی آید.

حتی در يکروز بارانی و مرطوب حساسيت آزمایش های ما ممکن است خیلی کمتر بشود.

برای بار کردن الکتريسيته نما (يعنی وارد کردن الکتريسيته در الکتريسيته نما.) موهایمانرا چند بار باشانه خشکی شانه میزنیم و بعدشانه را بسر الکتريسيته نما میچسبانیم. فوراً ورقه های داخل آن از هم دور شده و بهمان حال باقی میمانند و معلوم میشود که ورقه ها دارای يك بار الکتريکی شده اند اگر دستگاه را بحال خود واگذاریم ورقه های بتدریج بحال اول خود بر میگردند و طول مدت این برگشت بسته به شرایط هوای محیط و غیره است. در الکتريسيته نماهای آزمایشگاهی (۵)

دستگاه نیز میتوان بدین ترتیب عمل کرد: يك شیشه ی دهان گشاد را اختیار کرده باچوب پنبه در آنرا میبندیم. بعد میخ بلندی را از وسط چوب پنبه عبور میدهیم تا نوک آن تقریباً میان شیشه برسد. بعد ورقه های قلم را یا بوسیله ی لحييم کردن یا بوسیله ی نخ بستن بنوک میخ میبندیم. ته شیشه هم قدری آهک زنده میریزیم تا بخار آب را جذب کند سپس در شیشه را محکم میکنیم و برای اطمینان بیشتر اطراف چوب پنبه را لاک آب کرده یا شمع آب کرده میریزیم. پائین ترتیب بدون خرج و بسادگی دارای يک دستگاه الکتريسيته نما میشویم. این دستگاه شبیه بشکل (۲) میشود. مترجم

۵ - Professional Electroscopes یا الکتريسيته نما های

«حرفه ای» یا بلفظ بهتر الکتريسيته نما های آزمایشگاهی آنهاي هستند که در آزمایشگاهها بمنظور تفحصات علمی مورد استفاده قرار میگیرند. بهمین دلیل اینها کاملتر و به مراتب دقیقتر از الکتريسيته نماهای دست ساز است که شرح آن گذشت. مترجم

ممکن است بار الکتریکی ورقه‌ها ساعتها باقی بماند. ما با سانی میتوانیم شرائطی بوجود آوریم که در آن شرائط اوراق فلزی درون شیشه بار الکتریکی خود را زود از دست داده و با سرعت زیاد بجای اول خود بر گردند. مثلاً اگر شعله‌ی شمعی را بفاصله تقریباً یک اینچ (۶) از سر الکتریسته نما نگاهداریم ورقه‌ها با سرعت بهم نزدیک میشوند.

همچنین اگر الکتریسته نما را نزدیک اشعه ایکس یا نزدیک قطعه‌ای از یک جسم رادیو آکتیو (۷) بگذاریم بار الکتریکی آن بزودی از بین میرود. سرعت نزدیک شدن ورقه‌های الکتریسته نما بهم نسبت مستقیم دارد با قدرت اشعه ایکس یا با قدرت جسم رادیو آکتیو. مثلاً اگر جسم رادیو آکتیوی بفاصله زیادی از یک الکتریسته نما واقع شده باشد و معیناً اوراق فلزی الکتریسته نما با سرعت زیاد بهم نزدیک شده و بچسبند معلوم میشود که جسم رادیو آکتیو مزبور بسیار قوی است و خاصیت رادیو آکتیویتیته اش (یعنی خاصیت پخش اشعه ایکس و ذرات الکتریکی مثبت و منفی) به حد خطرناکی رسیده است و بهمین جهت الکتریسته نما در کاوشهای اتمی و نیز در ساختن مواد اتمی موارد استعمال زیاد دارد.

در حقیقت کار شعله‌ی شمع و اشعه ایکس و ماده‌ی رادیو آکتیو در آزمایشهای بالا اینست که هوای اطراف سر الکتریسته نما را

۶- برابر است با ۲۵۴ سانتی متر. مترجم

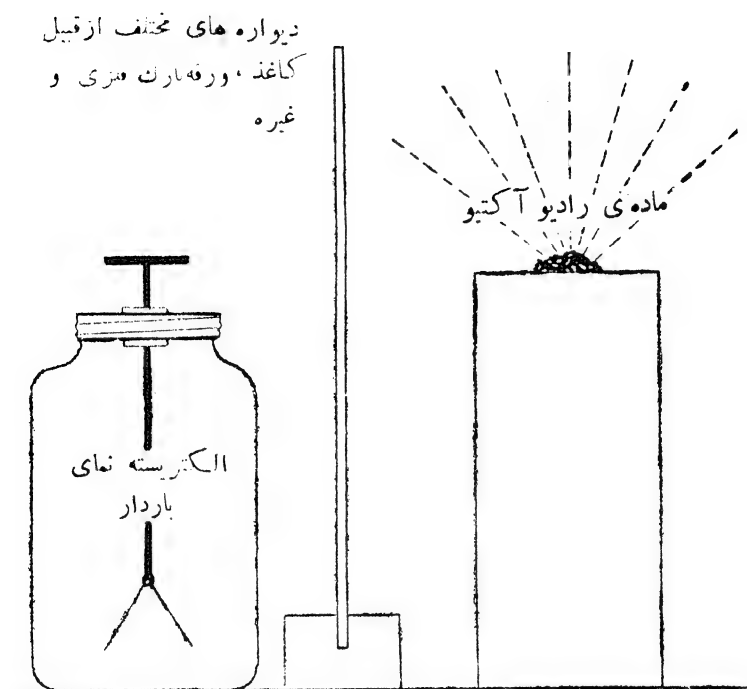
۷- اجسام رادیو آکتیو اجسامی هستند که خود بخود و دائماً تولید اشعه ایکس و ذرات الکتریکی مثبت و منفی میکنند مانند رادیوم و ترکیبات آن. مترجم.

هادی میکنند و در نتیجه برای بارهای الکتریکی ورقه‌های داخل الکتریسیته‌نما راه‌گریز بخارج پیدا میشود .

بوسیله‌ی این الکتریسیته‌نما، یا اگر بخواهیم آزمایش بطرز بهتری انجام شود، بوسیله‌ی الکتریسیته‌نمای آزمایشگاهی که در آخرین فصل شرح داده شده، میتوان برخی ازجالب‌ترین آزمایشها را در باره‌ی مواد رادیو آکتیو ملایم انجام داد. مثلاً خواهیم دید که تابش حاصل (ذرات و اشعه‌ی خارج شده) از مواد رادیو آکتیو قدرت عبور از مواد مختلفه را دارد و میزان این قدرت بسته است بشدت یا قدرت تابش مزبور، بنوع آن و به جنس و ضخامت ماده‌ای که تابش‌ها از آن عبور میکنند .

آزمایشی که در شکل ۳ نمایش داده شده مطالب فوق را نشان میدهد. برای آزمایش ابتدا الکتریسیته‌نما را بار کرده (۸) سپس ماده‌ی رادیو آکتیو یا شمع روشن را نزدیک آن میگذارند و يك دیواره نیز بین آن و الکتریسیته‌نما قرار میدهند. در مورد آزمایش با شمع اگر دیواره‌ی مزبور حتی يك قطعه مقوا هم باشد خاصیت شعله که عبارت از تخلیه‌ی الکتریکی الکتریسیته‌نما است بآسانی از بین میرود زیرا در اینجا عامل مؤثر حرارت است و دیواره مانع سرایت حرارت به الکتریسیته‌نما میگردد در مورد آزمایش با مواد رادیو آکتیو ملاحظه میشود که ورقه مقوایی مزبور اثر کمتری دارد یعنی اشعه و ذراتی که از جسم رادیو آکتیو بیرون

۸- در آزمایشهای رادیو آکتیو بته و اشعه ایکس و اغلب آزمایشهای اتمی قبلاً الکتریسیته‌نما را بار میکنند و بعد سرعت تخلیه آنرا در اثر مواد رادیو آکتیو و یا اشعه ایکس مورد آزمایش تعیین میکنند و از آنجا پی بقدرت آنها میبرند . مترجم



شکل ۴- الکتریسته نماهای بارشده در اثر هادی شدن هوای اطراف خالی میشوند و این عمل، یعنی هادی شدن هوا، بوسیله ی یک جسم رادیو آکتیو انجام میگردد. سرعت تخلیه ی الکتریسته نما در اثر تابش جسم رادیو آکتیو بستگی دارد بقدرت رادیو آکتیو و به جسم مزبور و جنس و ضخامت دیواره ای که بین آن و الکتریسته نما گذاشته شده است. مثلاً ورقه ی نازک کاغذ در متوقف ساختن تابش جسم رادیو آکتیو اثر بسیار کمی دارد و حال آنکه یک صفحه ی نازک سربی مانع بزرگی بشماره یآید

میآیند خیلی آسان از آن میگذرند. یک قطعه شیشه بیشتر مانع عبور آنها میشود ولی نمیتواند بطور کامل آنها را متوقف سازد و حال آنکه یک صفحه ی سربی کاملاً مانع عبور پرتوها میشود مگر آنکه ماده رادیو-آکتیو آنقدر قوی باشد که بعد از خطر ناکی برسد.

هیچ دانش پژوه جوانی نمیتواند نظریه ی جدید ماده و انرژی اتمی

را درك كند مگر آنكه مطالبی در باره ی بار الکتریکی بدانند . بار الکتریکی مانند «سریشمی» است که ماده را چسبیده بهم و استوار نگاه میدارد . شاید ما کلمات منفی و مثبت را شنیده باشیم اما باید دید این کلمات چه معنایی دارند . دانش آموزی که میخواهد مبانی انرژی اتمی را درك كند شایسته است که توجه او محدود و منحصر بموضوع بارهای الکتریکی باشد .

پایه ی تمام پدیده های الکتریکی و الکترونی بر این امر استوار است که ماده واجد یکی از سه حالت الکتریکی است یعنی چیزهایی که ما را احاطه کرده از لحاظ الکتریکی یا خنثی هستند و یا حامل بار مثبت و یا منفی میباشند . این سه حالت در جنگل ها ، درهوا ، در زیر زمین ، در گرما و در سرما و بالاخره در همه جا وجود دارد .

بعضی از این بارها بقدری ناچیز است که تشخیص آن حتی با دقیق ترین اسبابها غیر ممکن است . بعضی دیگر مانند بارهای موجود در طبقات عالی ه ی جو بقدری متراکم است که تخلیه ی الکتریکی همراه با انفجار و بطور ناگهانی در طول دو یا سه میل (۹) انجام میگردد . این گونه تخلیه های الکتریکی را « برق زدن » میگوئیم .

اگر چشمان ما نسبت بآثار الکتریکی حساس بود میتوانستیم بسیاری از چیزهای جالب توجه و غیر منتظر را ببینیم . اغلب چیزهایی که با آنها سروکار داریم دائماً يك حالت الکتریکی کم و بیش متغیری دارند بهمین جهت گاهی دارای بار مثبت و گاهی منفی میشوند ؛ روشن کردن

يك كبريت ، بریدن يك تکه‌ی کغذ ، پاك کردن مبل و ميز و صندلی ، راه رفتن روی فرش و حتی نفس کشیدن نیز بنحوی در بارهای الکتریکی که بلافاصله در اطراف ماقرار دارند تغییر جزئی میدهد . وضع الکتریسته در جهان دائماً در تغییر است بدین معنی که يك محل را ترك میکند و در محل دیگر جمع میشود . چنانکه گفتیم چیزهائی که نزديك یا دور از ما قرار دارند ، یعنی بالاخره تمام اجسام عالم از لحاظ الکتریکی یا خنثی هستند یا بار الکتریکی مثبت و یا بار منفی دارند . معیناً حالت الکتریکی هیچيك از اجسام (باستثنای ذرات اتمی (۱۰)) اعم از اینکه خنثی ، مثبت و یا منفی باشند ثابت و پایدار نیست یعنی جسمیکه در يك لحظه خنثی است ممکن است در لحظه‌ی بعد از لحاظ الکتریکی مثبت یا منفی باشد و جسمی که فعلاً دارای بار الکتریکی مثبت است ممکن است ، در شرائط خاصی ، در مدت يك دهه هزارم ثانیه منفی بشود . پس در این حالات الکتریکی بندرت دوام و ثباتی پدید میآید و غالباً باید دقیق‌ترین احتیاطات معمول گردد تا جسمی که دارای بار الکتریکی است طوری از محیط خارج بوسیله‌ی عایق جدا شود که بار الکتریکی آن ثابت بماند .

دانستن اثر و رفتار این بارهای مثبت و منفی نسبت بیکدیگر مهم است زیرا نظریه‌ی الکتریکی و اتمی مایشتر بر این پایه استوار شده است . خوشبختانه اثر این بارها بیکدیگر تا اندازه‌ای ساده است بطوری که عمل بارهای مثبت و منفی را در شرائط معینی همیشه میتوان پیشگوئی کرد . وقتی دو جسم را که دارای بار الکتریکی منفی اند بهم نزديك کنیم یکدیگر

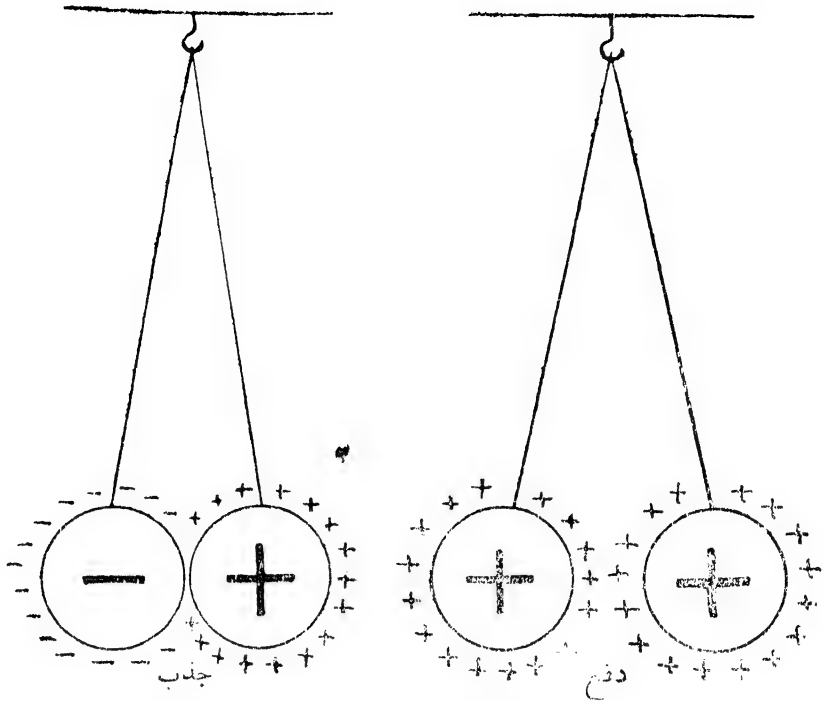
را دفع میکنند. همین امر در باره‌ی دو جسمی هم که دارای بار الکتریکی مثبت باشند اتفاق می‌افتد. پس بدین ترتیب ما میتوانیم قاعده‌ی ثابتی بدست دهیم و بگوئیم که: بارهای الکتریکی مشابه یکدیگر را دفع میکنند. این قاعده در باره‌ی بارهای الکتریکی غیر مشابه صادق نیست زیرا بارهای الکتریکی غیر مشابه یکدیگر را جذب میکنند. این دو قاعده را باید دقیقاً بخاطر بسپاریم والا باید دست از ادامه‌ی مطالعه در باره‌ی آنها بشوئیم زیرا بدون توجه باین دو مفهوم اساسی بسیاری از چیزهایی که بعداً باید بیاموزیم غیر قابل فهم خواهد شد.

با آزمایش ساده‌ای که در شکل ۴ نشان داده شده میتوان دلایل و مدارک بیشتری در باره‌ی جنس و وضع بارهای الکتریکی بدست آورد. در این شکل می بینیم دو توپ پینگ پونگ که از ورقه بسیار نازک طلائی (۱۱) پوشیده شده بوسیله سیم نازکی آویخته شده اند. این توپها معمولاً از نظر الکتریکی خنثی هستند و در نتیجه بحال سکون و در حال تماس با هم باقی میمانند. حال اگر بهر دو توپ بار الکتریکی مثبت یا منفی بدهیم از یکدیگر دور میشوند. ولی اگر یکی بار مثبت و دیگری بار منفی بدهیم یکدیگر را بشدت جذب میکنند.

۱۱- منظور همان ورقه‌های طلائی است که برای اعلان نویسی مصرف

میشود و قبلاً شرح دادیم. ما که دسترسی بورقه‌های طلائی نداریم ممکن است توپ را ابتدا بجسب آغشته کرده و بعد روی آن گرد بسیار نرم ذغال قرع بپاشیم. ذغال قرع همان میله‌های ذغالی وسط قوه چراغ است. خلاصه منظور اینست که این توپها هادی بشوند و ضمناً سنگین هم نشوند.

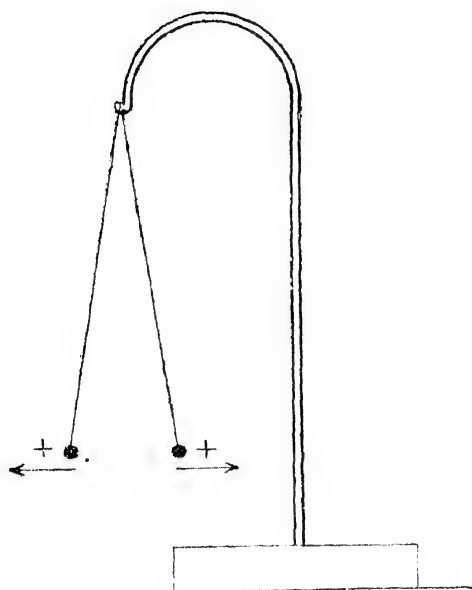
مترجم



شکل ۴- توپهای پمک پونک که بایک روکش طلائی بسیار نازک پوشیده شده و بمقتولهای بسیار نازکی آویزان شده باشند خاصیت جذب و دفع الکتریکی را نشان خواهند داد. برای بار کردن توپها بطریقی که در متن کتاب مندرج است عمل میکنیم.

اکنون علت جدا شدن ورقه‌های الکتریسیته‌نما در اثر بار الکتریکی باسانی فهمیده میشود باین ترتیب که در این دستگاه یک ورقه‌ی نازک فلزی داریم که حامل یکنوع بار الکتریکی است (ممکن است + یا - باشد) این ورقه تا خورده و تبدیل بدو ورقه میشود که همان دو ورق فلزی الکتریسیته‌نما میباشد. (ممکن است از اول دو ورقه‌ی جداگانه گرفت) این دو ورق از یکطرف بهم چسبیده و مابقی قسمتهای هر دو ورقه آزاد و متحرک است لهذا پس از دریافت یکنوع بار الکتریکی از یکدیگر دور میشوند.

يك الكتريسيته نماي عملی تر و آزمایشگاهی در شكل ۶ نشان داده شده . این اسباب با اینکه از مواد ساده و ارزان تهیه و خیلی هم ساده ساخته شده طوری است که میتوان میزان بهم نزدیک شدن ورقه های دستگاه را اندازه گرفت و چنانکه بعداً خواهیم دید از این اندازه گیری میزان قدرت رادیواکتیویتهی مادهی مورد آزمایش بدست میآید .



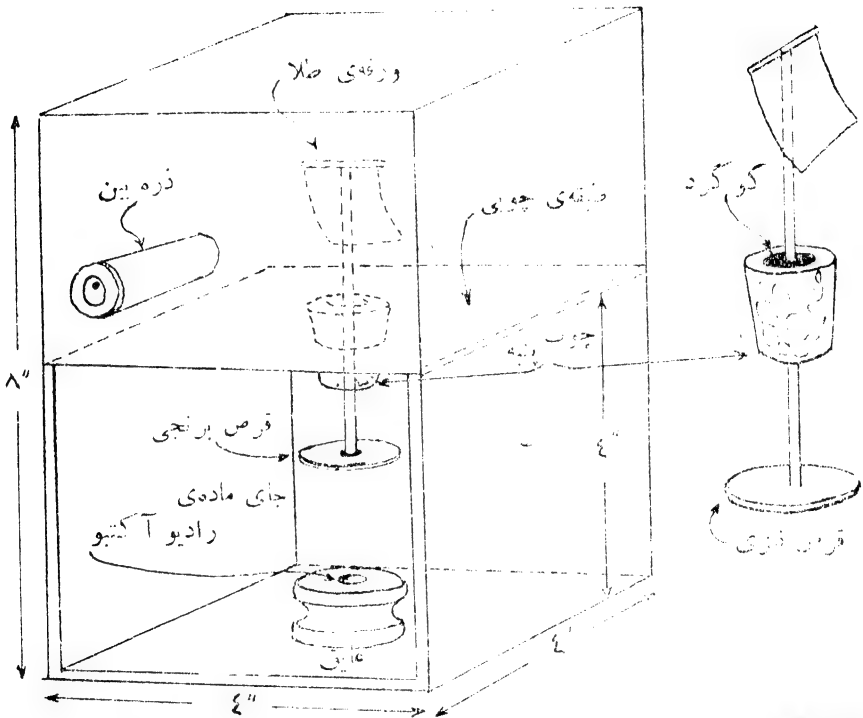
شكل ۵- برای نشان دادن نیروی جاذبه و دافعهی بارهای الكتريكي ممكن است بادو گلولهی كوچك كه از مغز اسفنجی شكل و پوك شاخهی بعضی درختان (مثل درخت بيد) ساخته و بارشته های ابريشمی نازكي آویزان شده باشند آزمایش كرد . (گلوله های چوب پنبه ای بزرگي يك نخود را نیز بخوبی میتوان برای این آزمایش بكاربرد . مترجم)

اندازهی ابعاد این الكتريسيته نما هم نیست و تمام جزئیات ساختمانی آنرا از روی شكل میتوان دریافت . جعبهی دستگاه را ممكن است از تختهی سه لائي لاک الكتلی شده ساخت تا مانع جمع شدن رطوبت زیاد در دستگاه

بشود. قطعات تخته سه لائی را بامیخ‌های کوچکی بهم وصل میکنیم چنانکه از روی شکل پیداست يك نوار طلائی نازك بسرمیله‌ی برنجی کوچکی چسبیده است و انتهای تحتانی این میله‌ی برنجی بيك قرص برنجی كوچك وصیقلی متصل است. بهتر است این دستگاه را نزد اعلان نویس (كسانیکه اعلانهای طلائی روی شیشه پنجره مغازه‌ها میچسبانند) ببریم تا ورقه‌ی طلا را بوسیله يك قطره‌ی كوچك از لاک الكل بمیلدی برنجی وصل کنند. جعبه را هم باید همراه برد تا بعد از نصب ورقه‌ی طلا از آن حفاظت نماید.

چنانکه در شکل ۶ ملاحظه میشود يك طبقه‌ی چوبی وسط جعبه قرار دارد بطوریکه جعبه را بسدر قسمت فوقانی و تحتانی تقسیم میکند میله‌ی برنجی بهنگام عبور از این طبقه‌ی چوبی باید بوسیله‌ی عایق كاملاً از آن مجزى شود. برای اینكار ابتدا میله‌ی مزبور را از چوب پنبه‌ای میگذرانیم و دور تا دور سوراخ چوب پنبه را گوگرد ذوب شده می‌ریزیم (در حقیقت گوگرد فاصله‌ی بین میله و سوراخ چوب پنبه را پر میکند) بعد طبقه‌ی چوبی مشروح در فوق را بقدر چوب پنبه سوراخ کرده چوب پنبه را در آن كار میگذاریم و بدین ترتیب میله‌ی برنجی بدون آنكه بساطحبه‌ی چوبی تماس داشته باشد از آن عبور میکند. گوگرد را ممكن است بملايمت گرم كرد تا ذوب شود و سپس آنرا در فضای بین میله و چوب پنبه ریخت. باید دقت کرد كه گوگرد پس از ذوب خیلی حرارت نه بیند زیرا حرارت زیاد بخواس عایق بودن گوگرد لطمه میزند. وقتی ورقه طلا بار خود را از دست داد بجای اولش یعنی بطرف میله‌ی برنجی كه بآن متصل است بر میگردد. در این

حالت برای تشخیص حرکات بسیار جزئی آن ممکن است دستگاه ابایک ذره بین کوچک که در یک لوله‌ی برنجی یا فلزی دیگری قرار دارد مجهز نمود بطوریکه برای میزان کردن ذره بین بتوان لوله را بطرف داخل و خارج حرکت داد.



شکل ۶- اجزاء يك الكتریسیته نمای کاملی که ممکن است در تجربیات مربوط به تابش‌ها و انرژی اتمی مورد استفاده قرار گیرد.
(") علامت اینچ است و هر اینچ معادل ۲۵۴ سانتی متر میباشد. مترجم

برای مقایسه‌ی میزان حرکت ورقه‌ی طلا در آزمایش‌های مختلف احتیاج يك صفحه‌ی مدرج داریم که در عقب ورقه‌ی طلا قرار داشته باشد و از روی آن بتوان محل ورقه‌ی طلا را معین کرد. بدین منظور درجه بندی مزبور را روی شیشه‌ی معمولی رسم می‌کنیم (بامر کبچین) و این شیشه را که

بمنزلهای پنجره نیز میباشد روی سوراخی که در دیوارهای عقب جعبه تعبیه شده نصب مینمائیم .

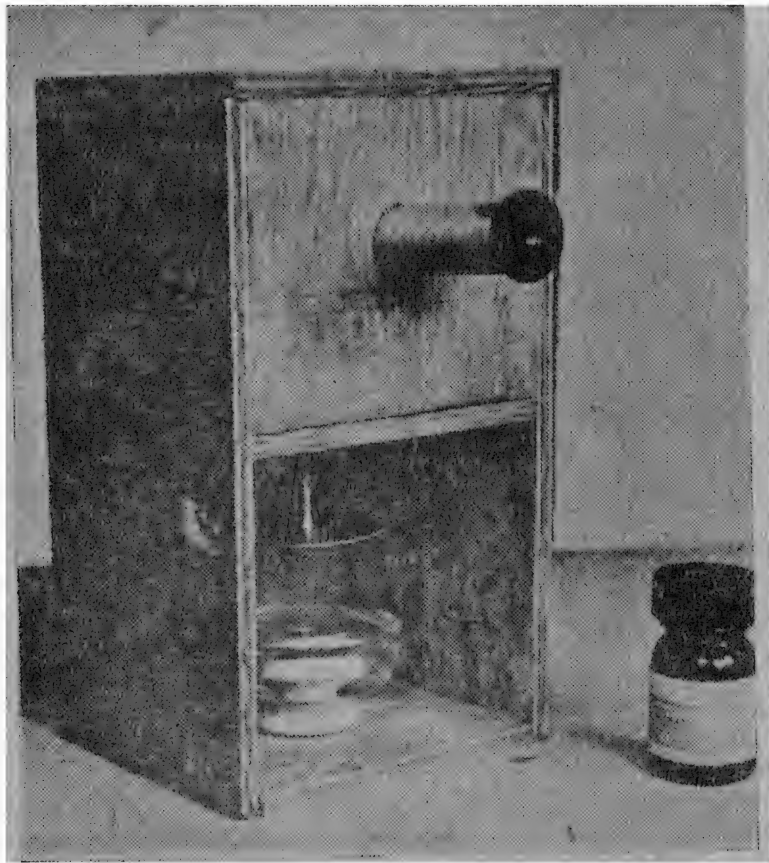
اطاق تحتانی جعبه نیز (که باطاق ایونیزاسیون موسوم است) دارای يك دیوارهای متحرك شیشه‌ای است پس از بار کردن الکتروسیسته نماز همین پنجره‌ی شیشه‌ای نمونه‌ی ماده‌ی رادیو آکتیو را در این اطاق میگذارند . اشعه‌ایکه از این ماده‌ی رادیو آکتیو خارج میشود هوای اطاق را هادی میکند . هوای هادی شده ببارالکتریکی ورقه طلا اجازه میدهد که بخارج تراوش کند .

سرعت این تراوش بستگی دارد بدرجه‌ی رادیو آکتیو تیه‌ی نمونه‌ی (۱۲) مورد آزمایش که در يك ظرف عایق مستقیماً زیر قرص برنجی که بانهای میله‌ی برنجی متصل است گذاشته میشود . مقدار کمی از بر مور رادیوم میتواند ورقه‌ی طلا را فوراً بطرف میله برگرداند اما اگر نمونه‌های ضعیف مواد رادیو آکتیو در آزمایش مصرف شود ممکن است ورقه‌ی طلا مدت نیم ساعت یا بیشتر بارالکتریکی خود را نگاه دارد .

تمام بارهای الکتریکی ، صرف نظر از میزان قدرت و محل جمع شدن آنها ، در اثر «حضور» یا «غیاب» واحدی کوچکتر از اتم بوجود آمده‌اند . این واحد کوچکتر از اتم ، که یکی از اجزاء مشکله‌ی تمام اتم‌ها میباشد ، کوچکترین ذرات عالم است و الکترون نامیده میشود . الکترون در حقیقت واحد الکتروسیته‌ی منفی است .

۱۲- نمونه‌هایی از کارنوتیت را که يك سنگ معدنی رادیو اکتیو است

میتوان از اغلب مغازه‌های بزرگ مواد شیمیائی تهیه کرد . مؤلف



شکل ۷- الکتریسیته نمائیکه جزئیات آن در شکل ۶ نشان داده شده.

در مقابل این الکترون‌ها که آحاد ساختمانی تمام اتمهای ماده‌اند عده‌ی بیشمار دیگری از الکترون‌ها آزاد و سرگردانند. وقتی عده‌ای از این گروه الکترون آزاد در جسمی جمع شود آن جسم بار منفی پیدا میکند ولی وقتی آنها از جسمی بیرون بروند ممکن است آن جسم دارای بار مثبت بشود. عجیب‌تر آنکه وقتی این الکترون‌ها مجتمعاً و گله‌وار از سیم‌ها بگذرند جریان برق را درست میکنند که ما معمولاً آن را الکتریسیته

یابرق، مینامیم. هر قدر تعداد آنها که از يك سیم میگذرند زیاد تر باشد شدت شدت جریان (آمپراژ) برق زیادتر و در نتیجه قدرت انجام کار آن بیشتر است. هر قدر سرعت عبور الکترونها زیادتر باشد اختلاف سطح الکتریکی (ولتاژ) بیشتر میشود. گاهی اوقات سرعت الکترونها بخدی زیاد میشود که بغضا میپزند و تولید جرقه میکنند. همچنین ممکن است در ولتاژ (سرعت) کم عدهی الکترونها ای که از سیم میگذرد بقدری زیاد باشد که برای ذوب و آمیختن فلزات بایکدیگر بکار رود (مثلا در مورد جوشکاری).

باری، پیش از آنکه مطالب بیشتری در بارهی الکترون و چگونگی کشف آن بیاموزیم. بیاییم رابطهی عجیب بین الکتریسیته و آهنربائی را کشف کنیم.

فصل دوم

آهنربائی

یا

برادر الکتریسیته

میدانیم که بارهای الکتریکی، صرفنظر از جنس واقعی آنها، در هر حال مطلقاً نامرئی هستند و فضای فاصل مابین دو جسم باردار (۱۳) يك نوع خاصیت مرموزی پیدا میکند و همین خاصیت مرموز است که بصورت نیروی جاذبه یا دافعه بین دو جسم مزبور بروز میکند. این امر دربارهی آهنربائی نیز صادق است بدین معنی که در این مورد نیز ملاحظه میکنیم که این نیروی جاذبه یا دافعهی نامرئی درفضا حکمفرماست. همچنین رابطهی شگفت انگیز و مرموزی بین آهنربائی و بارهای الکتریکی، یا بهتر بگوئیم، بین آهنربائی و الکتریسته (ساکن یا جاری) موجود است.

۱۳- جسم باردار یعنی جسمیکه دارای بار الکتریکی مثبت یا منفی

باشد. مترجم

آهنربائی نیز جزئی از سریشمی است که ماده را بهم چسبیده و استوار نگاه میدارد (۱۴) و در ساختن و کنترل مواد رادیو اکتیو دل بزرگی را بازی میکند.

اگر ما ساق بر این درباردی آهنربائی فکر کرده باشیم، این فکر محتملاً همراه با فکر نیروی جاذبه بوده است و بس. یعنی آهنربائی و نیروی جاذبه دو مفهومی هستند که باهم بدین می‌رسند.

کمتر کسی است که در بچگی آهنربای کوچک نعلی شکل (۱۵) را ندیده و از قدرت شگفت انگیز آن که میخ‌ها را جذب و قطعات نسبتاً سنگین آهن و فولاد را بلند می‌کند مبهور نشده باشد.

شاید معلومات قبلی ما درباره‌ی آهنربائی منحصر بهمین آزمایش‌های ساده فوق باشد ولی باید دانست که اینها فقط جزئی از یک داستان دلکش است و تنها آهن و فولاد نیستند که دارای خاصیت عجیب آهنربائی می‌باشند. هرگاه جریان برق (متصل یا متناوب) (۱۶) از سیمی بگذرد یک

۱۴ - در مورد بار الکتریکی هم همین مطلب را بیان کردیم.

مترجم.

۱۵ - آهنربای نعلی شکل آهنربائی است خمیده بشکل نعل اسب و

گاهی هم بشکل ۷ که پیمانه دوزها و کفاش‌ها برای جمع کردن میخ‌ها از روی زمین از آن استفاده می‌کنند. مترجم

۱۶ - چنانکه در فصل گذشته دیدیم جریان برق چیزی جز عبور الکترون

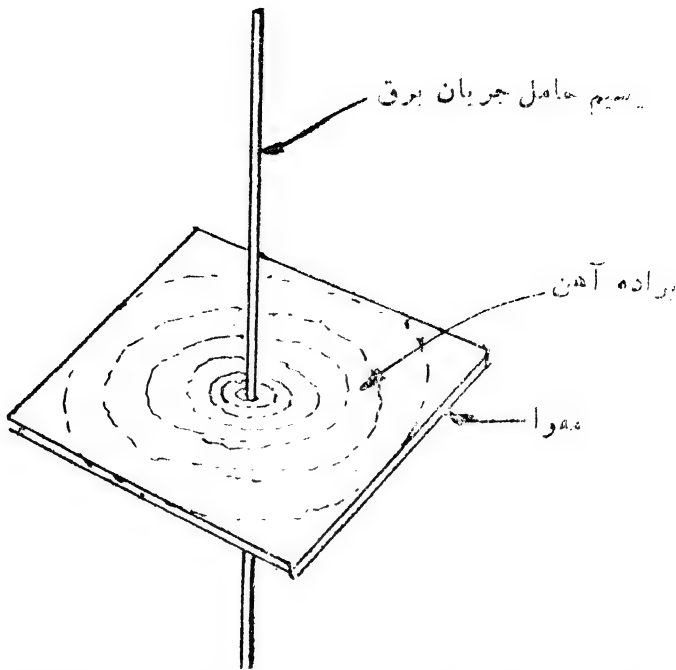
های آزاد در سیم‌ها نیست. اگر این الکترون‌ها (یعنی با اصطلاح جریان برق) دائماً از یکطرف سیم بطرف دیگر بروند یعنی جهت حرکتشان تغییر نکند این جریان برق را جریان متصل می‌گویند مانند جریان برقی که از قوه‌ی چراغ جیبی یا باتری اتومبیل حاصل میشود. ولی اگر الکترون

اثر مغناطیسی (که میدان نامیده میشود) در اطراف آن سیم برقرار و در فضا پراکنده میشود هرگز این میدان همان سیم است و هر چه از سیم دورتر شویم ضعیف تر میگردد (شکل ۸).

همانطور که در فصل پیش در مورد اجسامی که دارای بار الکتریکی هستند شرح دادیم در اینجا نیز میدان تشکیل شده است از انگشتی مرموز و نامرئی که از یک جسم مغناطیس بطرف جسم دیگری که نزدیکی آن قرار دارد دراز میشود و نیروی جاذبه یا دافعه بآن وارد میسازد. در مورد مغناطیس نعلی شکل معمولی یا تیغه‌ی مغناطیسی (۱۷) این انگشتی نامرئی (که علماء آنها را خطوط قوای مغناطیسی نامیده اند) بمیدان مغناطیسی موسوم است. ولی آهنربائی یا میدان مغناطیسی که در اطراف یک سیم حامل جریان برق تشکیل میشود بمیدان «الکترومغناطیسی» (الکترومینیٹک) موسوم است زیرا، همانطور که میدانید، این میدان بر اثر عبور جریان برق ایجاد شده است.

هائیکه جریان برق را میسازند گاهی از یکطرف و زمانی از طرف دیگر در سیم حرکت کنند یعنی رفت و آمد کنند و جهت حرکت خود را تغییر دهند (باصطلاح در سیم نوسان بکنند) این جریان برق را متناوب گویند مانند جریان برق شهر تهران و اغلب قریب باتفاق شهرهای دنیا. اگر یک سیم را که حامل جریان برق متناوب است بوضع افقی مقابل چشم خود در نظر بگیریم جریان برق گاهی از چپ بر راست و زمانی از راست به چپ از آن عبور میکند.

۱۷- آهنربائی است بشکل مکعب مستطیل که طولش زیاد و عرضش کم و ضخامتش خیلی کمتر است و تقریباً مانند یک خط کش است.



شکل ۸- اگر سیمی که حامل جریان برق است از صفحه‌ی مقوایی عبور کند و روی صفحه‌ی مزبور مقداری براده‌ی آهن بپاشیم ذرات براده‌ی آهن چنانکه در شکل دیده میشود بصورت دایره متعالی مرکزی دور تا دور سیم حلقه میزنند. این دایره‌ها در واقع شکل میدان مغناطیسی نامرئی را که بدور سیم تشکیل شده مجسم میسازد

چند آزمایش بسیار ساده باتیمه‌های مغناطیسی بمانشان میدهد که رابطه‌ی عجیبی بین آهنربائی و الکتریسیته موجود است. البته باید دانست که الکتریسیته تا حدودیکه در زندگی عادی و روزانه بسکار میرود با آهنربائی بستگی داشته و وجود یکی بدون دیگری غیر ممکن است. تشابهی که توجه ما را بخود جلب میکند در اینست که آهنربائی نیز مانند الکتریسیته هم میتواند نیروی جاذبه وارد آورد و هم نیروی دافعه، در صورتی که ما اغلب گمان میکردیم که مغناطیس‌ها فقط قدرت جاذبه دارند.

چنانکه دیدیم اجسامی که دارای بار الکتریکی هستند ممکنست بار آنها مثبت یا منفی باشد مغناطیس ها نیز هر شکلی که باشند يك قطب «شمال» و يك قطب «جنوب» دارند. این شمال و جنوب لغات جغرافیائی نیستند و معنی جغرافیائی ندارند. کره ی زمین نیز مانند يك مغناطیس است و يك قطب شمال و يك قطب جنوب دارد. (۱۸)

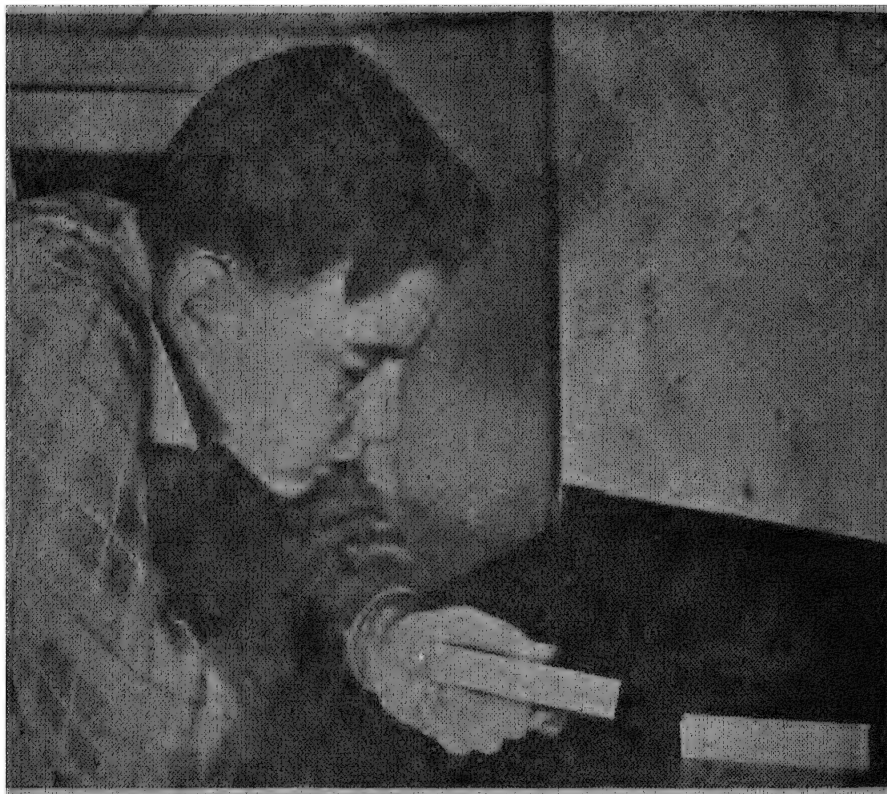
وقتی قطب شمال يك مغناطیس را بقطب جنوب مغناطیس دیگری نزدیک کنیم یکدیگر را با نیروی قابل ملاحظه ای جذب میکنند که ممکنست از نیروی وزن جسم هم بیشتر باشد (شکل ۹) ولی هنگامی که قطب های جنوب دو مغناطیس را مقابل هم قرار دهیم نیروی واژنش و دافعه بظهور میرسد. اگر مغناطیس ها قوی باشند این نیروی دافعه ممکن است بقدری زیاد شود که یکی از دو مغناطیس را که آزاد است (۱۹) بهوا پرتاب کند. با يك قطب نمای معمولی جیبی (۲۰) و با يك پیل خشك (۲۱) به

۱۸- کره ی زمین دارای يك قطب شمال و يك قطب جنوب جغرافی است و نیر يك قطب شمال و يك قطب جنوب مغناطیسی دارد ولی این قطب های جغرافیائی منطبق بر قطب های مغناطیسی زمین نیستند بدین معنی که قطب جنوب مغناطیسی زمین خیلی نزدیک بقطب شمال جغرافیائی قرار دارد و قطب شمال مغناطیسی زمین خیلی نزدیک بقطب جنوب جغرافیائی واقع است. مترجم

۱۹- چنانکه در شکل ۹ ملاحظه میکنید یکی از دو مغناطیس در دست آزمایش کننده و مغناطیس دیگری روی میز است، منظور از مغناطیس آزاد همان است که روی میز است و در اثر نیروی دافعه کم کم بعقب میرود و از میز میافتد. مترجم

۲۰- قطب نما همان قبله نما است. پشت بعضی از مداد تراش ها قطب نما درست کرده اند و می توان برای آزمایش از آنها استفاده کرد. مترجم.

۲۱- پیل خشك همان قوه های چراغ جیبی است. با قوه چراغ بخوبی میتوان آزمایش کرد. مترجم



شکل ۹- آزمایش باد و مغناطیس فولادی تیغه‌ای. هنگامیکه قطب‌های شمال دو مغناطیس را بهم نزدیک کنیم یکدیگر را پس میزنند و بعقب میرانند. ولی وقتی قطب شمال یک مغناطیس را بقطب جنوب مغناطیس دیگر نزدیک کنیم یکدیگر را جذب میکنند.

آسانی میتوانیم این رابطه عجیب و مرموزی که بین الکتریسیته و آهن-ربائی موجود است نشان دهیم. چنانکه در شکل ۱۰ دیده میشود یک قطعه سیم (۲۲) را بقطب مثبت یا منفی (۲۳) یک پیل وصل میکنیم و

۲۲- روکش داشتن یا نداشتن سیم تأثیری در آزمایش ندارد. ولی بهتر است همیشه با سیم‌های روکش دار آزمایش کنیم که از اتصال جوی گیری شود. مترجم

۲۳- پیل که عوام آنرا قوه میکوبند دارای دوسر است که سیم را

قطب نما را زیر سیم مزبور میگذاریم (بطوری که امتداد سیم درست موازی با امتداد عقربه قطب نما باشد). حال اگر سر دیگر سیم را بقطب دیگر پیل وصل نمائیم تاجریان برق در سیم برقرار شود ملاحظه میکنیم که عقربه قطب نما بشدت حرکت خواهد کرد. در این آزمایش جریان برقی که از سیم میگذرد در اطراف سیم يك میدان مغناطیسی (۲۴) ایجاد می کند بنابراین میتوان گفت که الکتریسته تولید آهن ربائی می کند. آیا عکس این موضوع نیز درست است یا نه؟ یعنی آیا آهن ربائی نیز میتواند الکتریسته تولید کند؟

اگر بشکل ۱۱ توجه کنیم ملاحظه خواهیم کرد که البته آهن-ربائی نیز میتواند جریان برق ایجاد کند: مطابق شکل ۱۱ قرقره سیم پیچ (۲۵) کوچکی درست کرده (۲۶) دوسر سیم آنرا چند متر دورتر میبریم و در آنجا يك سیم پیچ دیگر (۲۷) که ممکن است دارای يك یا چند حلقه

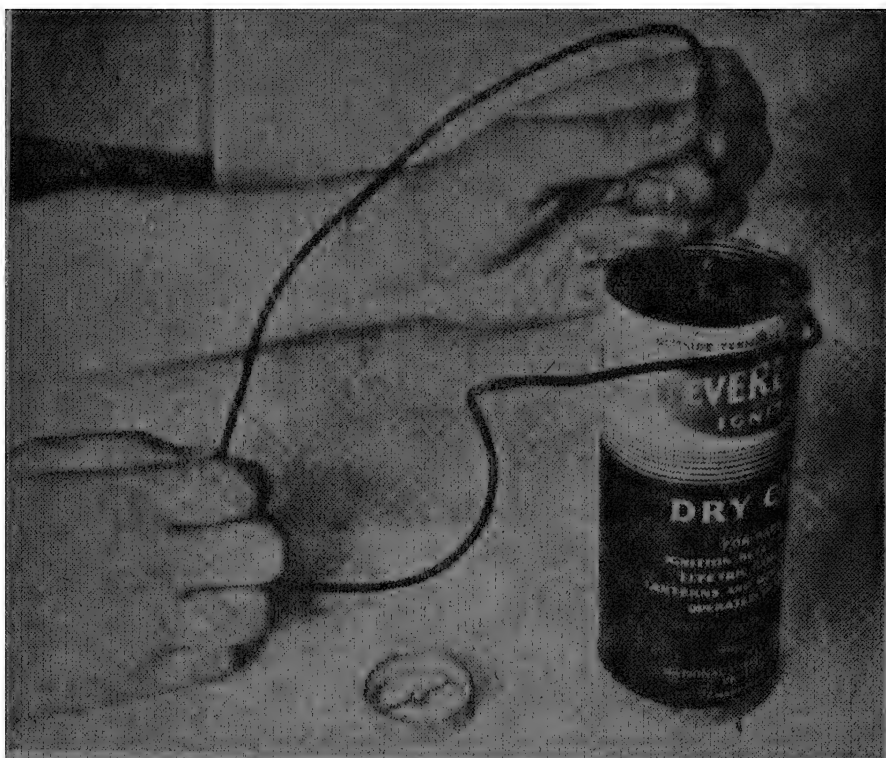
→
بآن وصل میکنند. این دوسر را دو قطب پیل میگویند. یکی از آنها را قطب منفی میگویند و آن قطبی است که جریان برق (یعنی الکترونها) از آنجا بیرون آمده وارد سیم میشود. قطب دیگر را قطب مثبت مینامند. مترجم.

۲۴- چنانکه دیدیم میدان مغناطیسی که در اطراف سیم برق تولید میشود بهتر است میدان الکترومغناطیسی نامیده شود. مترجم

۲۵- قرقره سیم پیچ یا بطور خلاصه سیم پیچ مانند قرقره نخ یا کلاف نخ است منتهی بجای نخ از سیم روکش دار نسبتاً نازک ساخته شده ممکن است سیم پیچ را روی يك قرقره چوبی پیچید یا ممکن است خود سیمها را مانند چنبره روی هم ببندیم مانند شکل ۱۱. مترجم

۲۶- در شکل ۱۱ آنرا قرقره نمرا نامیده ایم. مترجم

۲۷- سیم پیچ نمرو ۲. مترجم



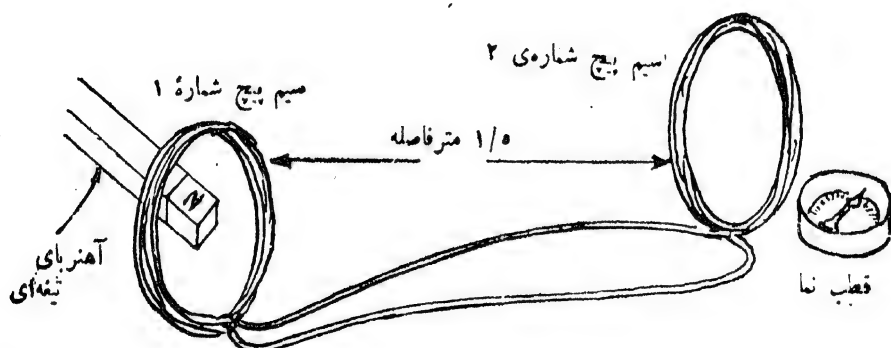
شکل ۱۰- بمحض وارد شدن جریان برق در سیم، عقربه‌ی قطب‌نما منحرف میشود و باین وسیله میتوان نشان داد که سیم حامل جریان برق مانند یک مغناطیس میتواند عقربه‌ی مغناطیسی را منحرف سازد.

باشد وصل میکنیم باید فاصله بین دو ورقه سیم پیچ مزبور بقدری باشد که آهنربائی که در نزدیکی سیم پیچ اولی قرار میدهیم بر قطب‌نمائی که در نزدیکی سیم پیچی دومی میگذاریم اثر نکند.

اکنون یک مغناطیس تیغه‌ای یا نعلی شکل (۲۸) اختیار کرده آن

۲۸- بهتر است بامغناطیس تیغه‌ای آزمایش کنیم. اگر ناچار باشیم که بامغناطیس نعلی شکل آزمایش کنیم باید حتی‌الامکان باینکی از قطب‌های آن آزمایش کنیم. مترجم

را در نزدیکی سیم پیچ (سیم پیچ ۱) حرکت میدهم (۲۹) اگر در همین حال به قطب نمائی که خیلی نزدیک به سیم پیچ نمره ۲ گذاشته ایم نگاه کنیم می بینیم که هر وقت ما مغناطیس را در مقابل سیم پیچ نمره ۱ بحرکت در آوریم عقربه قطب نما نیز حرکت و جهش میکند و باین ترتیب معلوم میشود که جریان برق در سیم پیچ ها برقرار شده است. این جریان فقط هنگامی که مغناطیس را در مقابل سیم پیچ نمره ۱ حرکت میدهم ایجاد میشود، بدین معنی که اگر مغناطیس را بالای سیم پیچ بدون حرکت نگاه داریم جریانی تولید نمیشود. از همین آزمایش در مورد تولید جریان برق



شکل ۱۱- این آزمایش رابطه‌ی آهنربائی و برق را نشان میدهد. وقتی آهنربا را وارد سیم پیچ شماره ۱ بکنیم عقربه‌ی قطب نمائی که نزدیک سیم پیچ شماره ۲ است حرکت میکند و بدین ترتیب معلوم میشود که در هر دو سیم پیچ جریان برق برقرار شده است. اما وقتی آهنربا را بیحرکت نگاه داریم هیچ جریانی از سیم پیچ ها نخواهد گذشت.

۲۹- مغناطیس را بهتر است طوری بدست گرفت که عمود بر سطح قرقره سیم پیچ باشد و بعد با سرعت هر چه بیشتر که ممکن است طوری حرکت داد که امتداد حرکت نیز عمود بر سطح قرقره باشد و بزبان ساده تر باید مغناطیس را طوری حرکت داد که قطبهای آن به قرقره نزدیکتر و یادور تر بشود. مترجم

بوسیله‌ی دینامو (۳۰) استفاده میشود.



شکل ۱۴- وقتی جریان برق^۱ از باتری وارد قرقره سیم پیچی که آویزان است بشود سیم پیچ مزبور حکم یک آهنربا را پیدا میکند بدین معنی که بین آن و آهنرباییکه در دست آزمایش کننده است نیروی جاذبه یا دافعه رد و بدل میشود (البته بسته باینکه کدام قطب آهنربا به قرقره سیم پیچ نزدیکتر باشد)

۳۰- دینامو که باختصار دینام هم گفته میشود ماشینی است که اگر آنرا بگردانیم جریان برق تولید میکند مانند دینام دوچرخه و دینام اتوموبیل . مترجم

بوسیله آزمایشهای بسیار ساده‌ای ثابت کردیم که الکتریسته تولید آهن ربائی میکند و آهن ربائی نیز بنوبه‌ی خود تولید الکتریسته مینماید. پس چنین بنظر میرسد که این دو تا مانند خواهر و برادر یکدیگر میباشند.

قبلا بیان کردیم که الکتریسته‌ی ساکن یا جاری از الکترون‌ها تشکیل شده است. در مورد الکتریسته جاری این الکترون‌ها با سرعت زیاد در سیم حرکت میکنند ولی در مورد اجسامی که دارای بار الکتریکی هستند الکترون‌ها بحال سکون در آن جسم مجتمع شده‌اند.

چنانکه در شکل ۱۱ مشاهده میشود، یک مغناطیس را ممکن است مانند یک نوع تلمبه برای بحرکت در آوردن الکترون‌ها بکار برد ولی همینکه جریان الکترون‌ها یعنی جریان برق شروع شد، این الکترون‌ها نیز بنوبه‌ی خود خاصیت مغناطیسی تولید میکنند که دور سیم را احاطه کرده میدانی را تشکیل میدهد. قدرت این میدان آهن ربائی بتعداد الکترون‌هایی که در هر ثانیه از سیم میگذرند بستگی دارد.

الکترون‌هایی که بحال سکون در اجسام باردار قرار دارند از این میدانهای مغناطیسی تولید نمی‌کنند.

فصل سوم

کشف الکترون

هرچند که پیش از سال ۱۸۸۰ عده بسیاری از دانشمندان بر این عقیده بودند که ماده بالاخره بطریقی با الکتریسیته بستگی نزدیک دارد. برای تأیید نظریاتشان هیچگونه آزمایشی نمیتوانستند بعمل آورند. در حدود همین سال بود که سرویلیام کروکس (۳۱) و پروفسور ج. ج. تامسن (۳۲) در آسمان علوم ظاهر شدند. نام و عمل آنها مانند رعدی در آسمان قرنهای آینده نیز خواهد پیچید. اساس نظریه‌ی الکترونی در نتیجه‌ی زحمات آنها و تا اندازه‌ای در اثر کوشش‌های سایرین، وضع گردید. پیش از ظهور این دو دانشمند تجربه‌ی پیشه آنچه که بعنوان نظریه‌ی اتمی شناخته شده بود مورد قبول عموم دانشمندان بود. کتابهای شیمی

۳۱- Sir William Crookes سرویلیام کروکس (۱۹۱۹-۱۸۳۲)

(۱۸۳۲) فیزیکدان و شیمی دان انگلیسی.

۳۲- Sir Joseph John Thomson (۱۹۴۰-۱۸۵۶) فیزیکدان

انگلیسی، وی بمناسبت آزمایش‌هاییکه در فوق شرح داده شده برنده‌ی جایزه‌ی نوبل سال ۱۹۰۶ شناخته شد. کشف الکترون، تعیین جرم آن و بسیاری از تئوریهای ریاضی در باره‌ی مغناطیس و الکتریسیته مرسوم زحمات این دانشمند است. مترجم

آنروز ماده را منحصراً متشکل از اتم‌هایی میدانستند و این اتم‌ها کوچکترین ذراتی بودند که تا آنروز شناخته شده بود. این نظریه در حقیقت حدس و گمانی بیش نبود و آنچه در باره‌ی اتم میدانستند بدین قرار بود: «کسی نمیتواند يك اتم را ببیند زیرا اتم‌ها کوچکتر از آنند که بتوان آنها را دید. تعداد عناصری (۳۳) که شناخته شده هشتاد و اندی میباشد و هر عنصر از اتم‌های مخصوصی بخود تشکیل شده مانند اتم‌های سرب - مس - اکسیژن و غیره. بعضی از اتم‌ها سنگین‌تر و فعال‌تر (بمعنی شیمیائی) (۳۴) از اتم‌های دیگرند. عناصر مبانی اولیه‌ی خلقتند بدین معنی که جهان و هر چه در آن است از این عناصر و از ترکیب این عناصر با هم، که اجسام مرکب نامیده میشود، تشکیل یافته است. مثلاً وقتی عنصر ایدرزن با عنصر اکسیژن ترکیب شود آب (H_2O)، که جسم مرکبی است، تولید میشود. نتیجه‌ی ترکیب اتم‌ها را با یکدیگر مولکول (۳۵) مینامند. مولکول آب بخصوص ساده است ولی بعضی مولکول‌های دیگر از ترکیب اتم‌های بیشتری تشکیل شده و بسیار پیچیده‌اند». این بود، بطور خلاصه، طرز فکر ما در باره‌ی اتم پیش

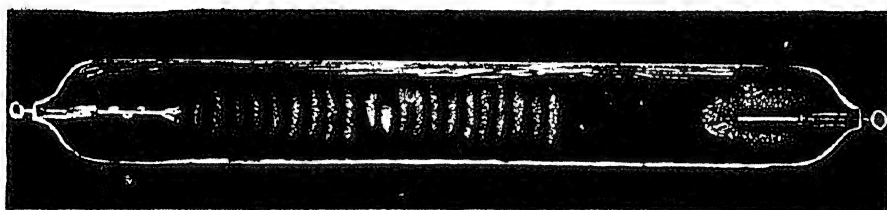
۳۳- عنصر یا «جسم ساده» جسمی اطلاق میشود که از راه‌های شیمیائی نتوان آنرا تجزیه کرده و از آن اجسام ساده‌تری بدست آورد مانند آهن، نقره، اکسیژن، ازت، گوگرد، فسفر و غیره. تعداد عناصر یک‌تا امر و زرد طبیعت پیدا شده در حدود ۹۶ میباشد. این ۹۶ عنصر بدو دسته تقسیم میشود: فلزات و شبه فلزات. پس تمام فلزات مانند آهن، نقره، مس و غیره و تمام شبه فلزات از قبیل اکسیژن، ازت، گوگرد، فسفر و غیره جزو عناصر نود و شش گانه میباشد.

۳۴- یعنی بهتر و زودتر با عناصر دیگر ترکیب میشوند. مترجم

۳۵- Molecule

از پیدایش الکترون، که با وجود قدرت عظیمش، کوچکترین ذره‌ی جهان می‌باشد.

البته پیش از کشف الکترون نیز مغزهای محقق دائماً بدین فکر



شکل ۱۳- گایسلر، عالم تجربه بیشه‌ی آلمانی، کشف کرد که هر گاه ولتاژ (اختلاف سطح الکتریکی) خیلی زیاد باشد جریان برق میتواند از لوله‌ایکه هوایشرا خالی کرده باشند بگذرد و در اینصورت نور سبز متمایل بآبی و کم‌رنگی از این لوله خارج میشود.

مشغول بودند که آنها حقیقتاً چیستند و آیا ممکن است آنها خود نیز از ذرات کوچکتری ترکیب یافته باشند یا نه ؟

گایسلر (۳۶) که فیزیکدان نسبتاً ناشناسی بود، بسال ۱۸۶۰ یک‌یکی از زوایای تاریک فیزیک را روشن ساخت و آزمایش اوسر چشمه‌ی بسیاری از نظریات کروس گردید. بدین ترتیب که گایسلر یک لوله‌ی شیشه‌ای کوچک را از هوا خالی کرد (یعنی تا آنجا که میتواندست هوای داخل لوله را بوسیله تلمبه خالی کرد) و دو الکتروذ (۳۷) (دوجسم هادی فلزی)

۳۶- Heinrich Geissler . هاینریش گایسلر (۱۸۲۹ - ۱۸۱۴)

مکانیسین و مخترع آلمانی. مترجم

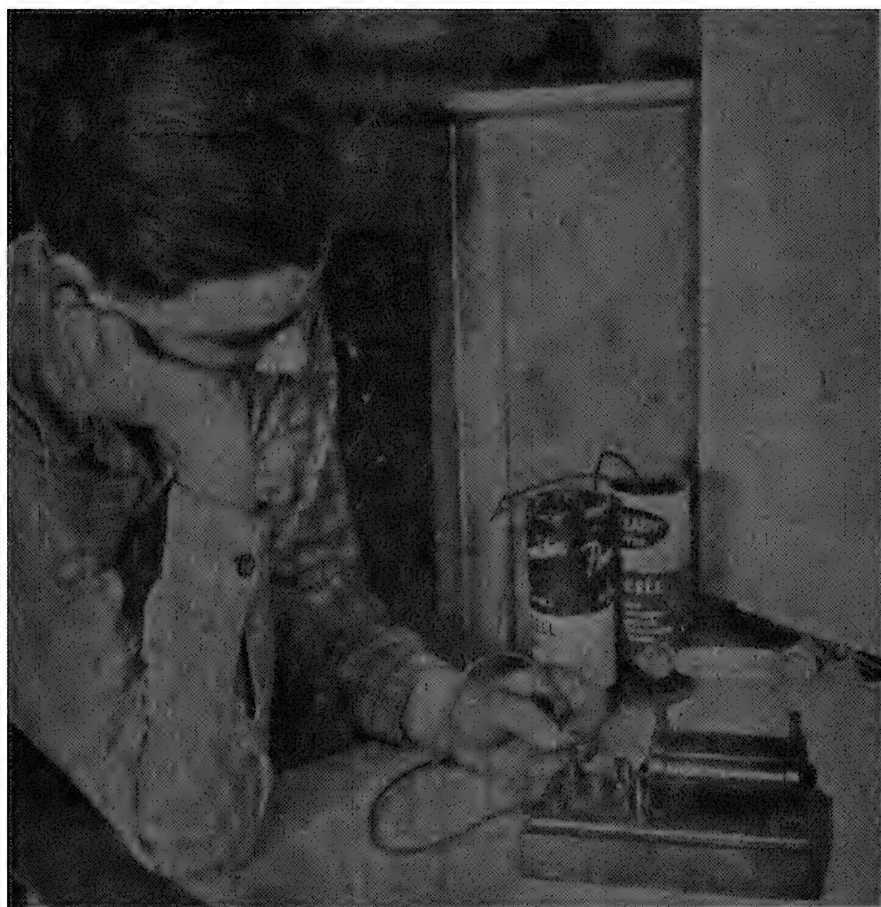
۳۷- Electrode

در آن کار گذاشت (۳۸). او میخواست بداند وقتی جریان برق بخلاء (۳۹) رسید چه وضعی پیدا میکند و آیا ممکن است از خلاء عبور کند یا نه؟ گایسلر دریافت (شکل ۱۳) که در حال عادی جریان برق نمیتواند از خلاء عبور کند ولی وقتی که ولتاژ جریان برق را زیاد کرد بالاخره بعدی رسید که الکترون ها توانستند از يك الكتروود به الكتروود دیگر بپرند (مقصود ما از ولتاژ قدرت حرکت و فشار جریان برق است). گایسلر با نهایت تعجب ملاحظه کرد که وقتی الکتریسیته در فضای لوله بیرواز درآمد سبب شد که لوله روشن شده و يك نور آبی رنگ خارق العاده بیرون بدهد. البته این آزمایش بسیار عجیب و بهت آور بود.

بعد از آزمایش گایسلر چندان طولی نکشید که سر ویلیام کروکس همان آزمایش را با لوله های تخلیه شده انجام داد. او در باره ی نور آبی خارق العاده ای که از این لوله ها بیرون میآمد بسیار فکر کرد و بسیاری از مردان اهل تجربه ی آن عصر نیز که از آزمایش کروکس باخبر شدند فوراً آنرا توجیه و تفسیر کردند. اینها عقیده داشتند که اتمهای ماده (منظور ماده ی الکترود هاست) در اثر الکتریسیته از جا کنده شده بفضای بین الکتروودها که در دوسر لوله کار گذاشته شده پرتاب میشوند. در باره ی نوری

۳۸- چنانکه در شکل ۱۳ مشاهده میکنید لوله ی گایسلر يك لوله ی شیشه ای باریک و نسبتاً درازی است. هوای درون لوله را با تلمبه های مخصوص تخلیه ی هوا بقدری خالی میکنند که هوای باقیمانده در لوله بسیار کم باشد. الکترود ها دومیله ی فلزی هستند که معمولاً از فلز Tungsten (تنگستن) همان فلز درون لامپهای معمولی چراغ برق تهیه میشوند. این دو الکترود را در دوسر لوله کار میگذارند. دوا الکترود مزبور در داخل لوله بهم ارتباط ندارند و بین آنها فاصله است. مترجم

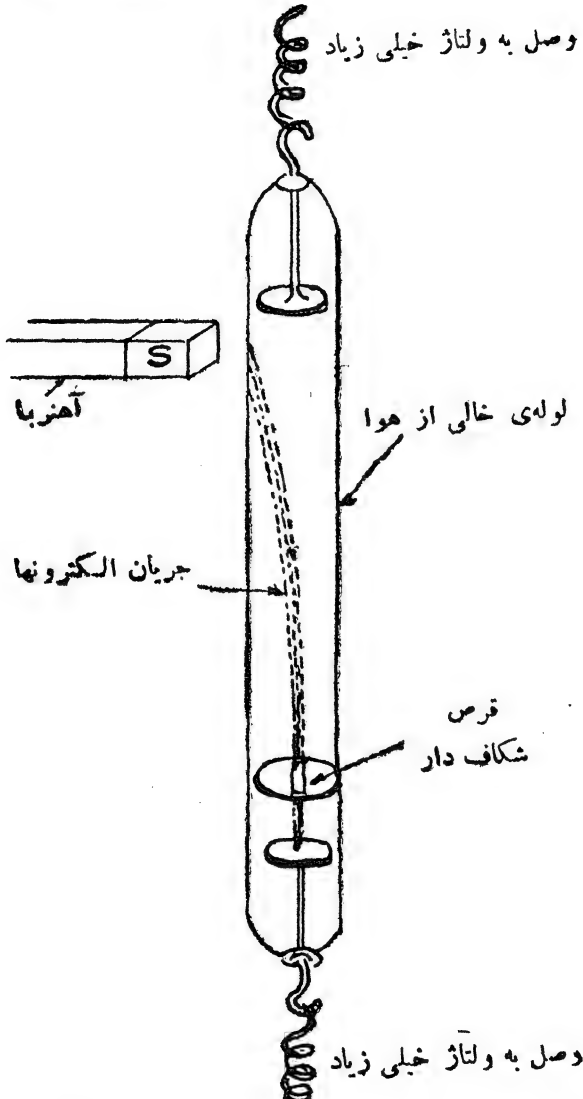
۳۹- جایی که خالی از هوا باشد. مترجم



شکل ۱۴- بکار انداختن يك لوله‌ی گایسلر جدید بوسیله‌ی قرقره‌ی القا. لوله‌های گایسلر ارزان است و بجای قرقره‌ی القا میتوان آنها را با کوئیل اتومبیلیهای فرد نیز بکار انداخت (قرقره‌ی القا یا قرقره‌ی رومکورف را در فهرست لغات علمی این کتاب ملاحظه کنید . مترجم)

که تولید میشود میگفتند که قسمت اعظم آن مربوط به برخورد این اتمها با اتمهای هوای کمی است که داخل لوله باقی مانده. کرد کس این توجیهها ترا چندان قبول نداشت و فکر میکرد چنین

تفسیر و بیانی فوق العاده ساده و بیچگانه است. وی مدتها متمایل بجانب این عقیده بود که ماده دارای « حالت چهارمی » هم هست، بنام



شکل ۱۵- از آزمایشهای اولیه درباره‌ی تخلیه‌ی الکتریکی در لوله‌های شیشه‌ای خالی از هوا معلوم شد که بوسیله‌ی یک آهنربا میتوان جریان الکترونی را که درون لوله برقرار میشود از مسیر عادی منحرف ساخت.

«ماده‌ی تابنده» (۴۰)، که از ذراتی تشکیل یافته است، (اگر واقعاً ذره باشد). باید دانست که برای ماده در آن زمان نیز مانند امروز سه حالت اصلی قائل بودند که عبارت بود از جامد - مایع و گاز. بنظر سرویلیام کروکس «مادی تابنده» (یعنی حالت چهارم ماده) حالتی از ماده بود که از گاز بهمان اندازه رقیق تر باشد که گاز از مایع رقیق تر است (۴۱). خلاصه او برای ماده يك حالت بسیار «رقیق» نیز تصور می‌کرد.

کروکس، سپس آزمایشی بعمل آورد که از بزرگترین آزمایش‌های کلاسیک هر عصری محسوب می‌شود. پیش از آنکه بشرح این آزمایش پردازیم لحظه‌ای بلوله‌ی کروکس (شکل ۱۵) بدقت نگاه کنیم. الکترودهای فلزی را که در دو طرف لوله کار گذاشته شده می‌بینیم و دانستیم که وقتی هوای باقیمانده در لوله با ذراتی که در لوله بحرکت درآمده اند برخورد کند نورانی می‌شود (جنس این ذرات هر چه می‌خواهد باشد).

باید دانست که تنها گازهای درون لوله (۴۲) نیست که نورانی می

۴۰ «Radiant matter» اصطلاحی است که ابتدا دانشمندان انگلیسی

بنام فارادی Faraday بسال ۱۸۲۰ بکار برد و بعد کروکس این تصور و این اصطلاح را پذیرفت. مترجم

۴۱ نظر فارادی و کروکس در این مورد درست نیست یعنی چنین حالتی از ماده وجود ندارد. البته نباید تصور کرد که مقصود این دانشمندان از «ماده‌ی تابنده» همانا ماده بصورت انرژی بوده است. مترجم

۴۲- درون لوله‌ی گایسلر همانطور که میدانیم کمی هوا وجود دارد که مخلوطی است از گازهای اکسیژن و ازن (در هوا علاوه بر گازهای اکسیژن و ازن بخار آب و گاز کربونیک و هم چنین مقدار فوق العاده کمی از گازهای دیگری بنام هلیوم آرگون - کریپتون و غیره نیز یافت می‌شود). ممکن است در لوله گایسلر بجای هوا مقدار کمی از یک نوع گاز دیگر مثلاً

شود بلکه ظاهر برخی از ذرات که بسرعت حرکت میکنند با تنهای دیگر لوله رسیده بآنجا برخورد میکنند و در اثر این برخورد شیشه نیز بطرز خاصی درخشندگی پیدا کرده يك نوع نوری از خود بیرون میدهد.

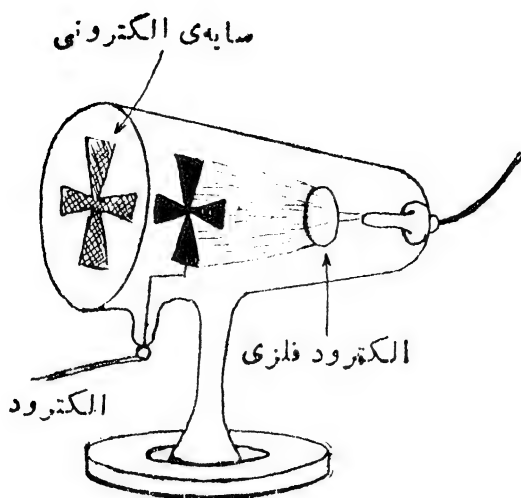
آیا این نور هم مانند نور معمولی تولید سایه میکند یا نه؟ این سؤال بود که کروکس از خود کرد و بكمك اسبابیکه در عین سادگی مدبرانه ساخته شده بود (شکل ۱۶) خود باین سؤال پاسخ داد او يك الكتروود فازی را بقسمی در لوله تعبیه نمود که سایه بیاندازد و در نتیجه سایه واضحی در انتهای لوله ملاحظه کرد (۴۳). معیناً دربارهی جنس ذرات درون لوله هنوز نمیشد نظر قطعی اظهار کرد و کسی واقعاً نمیتوانست پدیده‌ای را که بظهور میرسد (مقصود نورانی شدن لوله و سایرین انداختن است مترجم) معادل وجود ذراتی بداند. کسی چه میداند؟ شاید اینهم يك نوع نور جدیدی بود که تازه تولید شده بود.

آزمایشهای بعد، بطور قطع نشان دادند که آنچه درون لوله در حرکت است ذراتی هستند که با سرعت فوق العاده ای، بمیزان ۲۰۰۰۰ میل (۳۶۰۰۰

ایدرژن - ازت خالص - و غیره جای داد. رنگ نوری که لوله‌ی گایسلر می دهد بسته بنوع گاز است در آن قرار دارد. لوله‌هایی که امروزه برای تابلو نویسی و اعلان مصرف میشود مثل اعلانهای لوله‌ای سینماها و فروشگاه‌ها همیکه (جنرال مد - لاستیک کلی) بخصوص در خیابانهای تهران دیده می شود از نوع لوله‌های گایسلر است. مترجم

۴۳- چنانکه در شکل ۱۶ می بینید یکی از الكتروودها بشکل صلیب و معمولاً از آلومینیوم تهیه شده و در واسط لوله قرار دارد و سایه میاندازد.

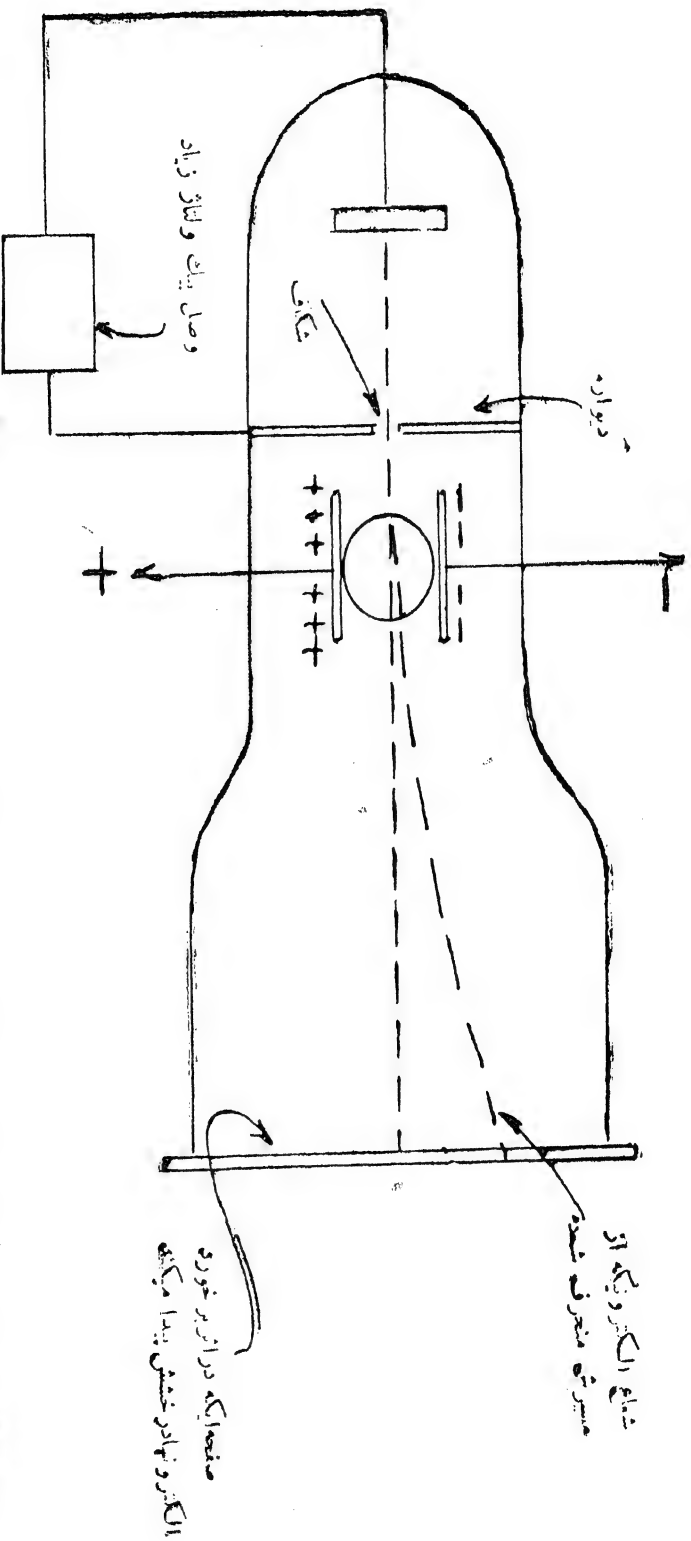
مترجم



شکل ۱۶ - سرویلیام کروکس ، غلام انگلیسی ، جریان برق با ولتاژ خیلی زیاد از انواع مختلف لوله‌های شیشه‌ای خالی از هوا عبور داده و با یکی از این لوله‌ها (که در شکل بالا دیده میشود) ثابت کرد که ذراتی که درون لوله بحرکت درمی‌آیند در اثر برخورد بمانعی که میان لوله تعبیه شده سایه‌ای در ته لوله می‌اندازند . کروکس در این آزمایش هنوز نمیدانست که این ذرات همان الکترون‌ها هستند

کیلومتر) در ثانیه حرکت میکنند.

طبیعتاً اهل تجربه‌ی آن عصر و بخصوص پرفسور ج. تامسون درصدد کشف این موضوع برآمد که آیا این ذرات (اگر ذراتی باشند) هیچگونه خواص الکتریکی دارند یا نه؟ اگر ذراتی درون لوله در حرکت باشند محتملاً دارای بار الکتریکی مثبت یا منفی خواهند بود. اسباب ساده‌ای که در شکل ۱۷ تصویر شده وسیله‌ی خوبی برای کشف این موضوع است . این اسباب تشکیل شده از لوله‌ی مخصوصی که یک الکتروود فلزی بشکل یک صفحه در داخل و میان لوله تعبیه شده و با الکتروودهای فلزی خود لوله که بجریان برق با ولتاژ زیاد وصل میشوند هیچگونه ارتباطی ندارد. باین الکتروود سوم



شکل ۱۷-۱ - پرفسور ج. ج. تامسون با بکار بردن لوله‌ی مخصوصی که در شکل بالا دیده می‌شود کشف کرد که ذراتی که در اثر تخلیه‌ی الکتریکی در یک لوله‌ی خالی از هوا به سرعت در می‌آیند اگر از نزدیک یکی صفحه‌ی فلزی باریکتری بگذرانند انحرافی در مسیرشان پیدا می‌شود. این ذرات چون بتوسط صفحه‌ای که دارای بار منفی بود دفع و بتوسط صفحه‌ای که دارای بار مثبت بود جذب می‌شدند پرفسور تامسون یقین کرد که ذرات مزبور خود دارای بار الکتریکی منفی‌اند و جرم آنها را نیز محاسب کرد. ذراتی که بدین‌طریق کشف شدند بعدها با الکترون‌ها موسوم گردیدند.

بار الکتریکی مثبت میدهند (۴۴). پروفیسور تامسن دلیل منطقی خوبی اظهار میکند باین مضمون که اگر ذرات درون لوله دارای یکنوع بار الکتریکی (مثبت یا منفی) باشند بوسیلهی الکترو دسوم، که خود دارای بار الکتریکی است، جذب یا دفع خواهند شد. عملاً هم همینطور شد یعنی آزمایش، نشان داد که وقتی بالکترو دسوم، که در میان لوله نصب شده، بار الکتریکی منفی بدهیم ذراتیکه بشکل یکدسته اشعه درحرکتند وقتی مقابل آن رسیدند از آن فرار کرده مسیر خود را عوض میکنند. ولی اگر بالکترو دسوم بار الکتریکی مثبت بدهیم دسته اشعهی مزبور وقتی مقابل آن رسیدند مسیر خود را تغییر داده بطرف آن جذب و بآن نزدیکتر میشوند. بدین ترتیب نخستین دلیل و مدرک برای اثبات این عقیده بدست آمد که این شعاع یادسته اشعهی مرموز درون لوله از ذرات بسیار ریزی، که بار الکتریکی منفی دارند، درست شده اند. پروفیسور تامسن که دانشمندی زیرک و باهوش بود نه تنها باین اکتشاف مهم نائل آمد بلکه او توانست وزن این ذرات را نیز، با وجود آنکه با سرعت زیادی در حرکت بودند، اندازه بگیرد. او میدانست اگر بخواهیم گلوله ای را که با سرعت ۹۰۰ میل (۱۴۴۰ کیلومتر) در ساعت حرکت میکند از مسیرش منحرف کنیم خیلی مشکلتر از هنگامی است که گلوله با سرعت ۵۰۰ میل در ساعت حرکت کند. در شرایط خاصی از روی میزان انرژی که برای منحرف ساختن

۴۴- چنانکه در شکل ۱۷ ملاحظه میکنید بجای الکترو دسوم يك جفت

صفحه فلزی که در حقیقت دو الکترو دسوم میباشد بکار میبرند. یکی از دو صفحه بار مثبت و دیگری بار منفی میدهند (که در شکل با علامت + و - نشان داده شده) و ذراتیکه درون لوله درحرکتند وقتی بقضای بین این دو صفحه برسند صفحه مثبت آنها را جذب و صفحه منفی آنها را دفع میکند. و بنا بر این ذرات مزبور که بصورت دسته اشعه ای هستند بهتر و بیشتر از موقمی که فقط يك صفحه موجود باشد منحرف میشوند. مترجم

يك گلوله لازم است ميتوان وزن آن گلوله را حساب كرد. (۴۵) در آزمایش تامسن انرژی که باعث انحراف دسته اشعه (۴۶) میشود همانا بار الکتریکی صفحه ای است (الکترو د سوم) که در میان لوله قرار دارد. هر چه بار الکتریکی صفحه ای مزبور بیشتر باشد دسته ی اشعه بیشتر منحرف میشود. لهذا پروفیسور تامسن با اندازه گیری این بار الکتریکی توانست وزن ذراتی را که بصورت اشعه درون لوله حرکت میکردند بدست آورد. او وزن هر ذره را $\frac{1}{1840}$ وزن اتم ایدرژن یافت (۴۷). وقتی بدانیم که اتم ایدرژن کوچکترین و سبک ترین اتمهاست آنوقت معلوم میشود این ذرات که با آنها سروکار پیدا کرده ایم قسمت فوق العاده کوچک ماده میباشدند. اگر میلیونها از این ذرات را بصورت تلی رویهم بریزیم باز هم با هیچ میکروسکپی قادر بدیدن آن

۴۵ - مقصود این عبارات اینست که مقدار انحراف يك گلوله بستگی دارد با سرعت آن گلوله، با وزن آن گلوله و با میزان انرژی که برای منحرف ساختن گلوله بکار برده میشود. حال اگر سرعت يك گلوله و مقدار انرژی که برای منحرف ساختن گلوله بکار برده ایم بدانیم از روی مقدار انحرافی که گلوله می پذیرد ميتوانیم وزن گلوله را حساب کنیم. (يك مسئله يك مجهولی میشود). مترجم.

۴۶ - دسته اشعه در این آزمایش در حقیقت از مجموعه ذراتی بوجود آمده که چنانکه قبلا بیان شد دارای بار الکتریکی منفی اند. پس هر ذره مانند يك گلوله میباشد و بهمان ترتیب که در باره ی گلوله بیان کردیم ميتوان وزن آنرا اندازه گرفت. مترجم.

۴۷ - وزن يك اتم ایدرژن 167×10^{-27} گرم است.

(یعنی $10^{-27} \times 167$ گرم) است و وزن يك الکترون که $\frac{1}{1840}$ وزن

اتم ایدرژن است 911×10^{-31} گرم است.

(یعنی $10^{-31} \times 911$ گرم است)

نخواهیم بود.

کشف این ذره خبر هیجان انگیزی برای جهان دانش بود. کسانی که معتقد بودند آزمایش های کروکس و تامسن چیزی جز یک پدیده ی اتمی را نشان نمیدهد دست از عقیده خود کشیدند زیرا دیگر بوضوح پیوسته بود که این ذرات چیزی غیر از اتمها هستند و برای انسان نازگی دارند. دکتر ج. جانستون ستونی (۴۸) برای این ذرات جدید اسمی در نظر گرفت. او آنها را الکترون نامید. بسیاری از فیزیک دانهای آن دوران باین فکر افتادند که شاید الکترون ها مانند آجرهای کوچکی هستند که تمام اتمها از آن ساخته شده اند. این دانشمندان از جاده ی حقیقت چندان دور نبودند ولی عده ای می پرسیدند چگونه ممکن است اتمها فقط از ذرات مادی که دارای بار الکتریکی منفی اند درست شده باشند؟ و حال آنکه بخوبی میدانیم که ذرات مادی که دارای بار منفی باشند یکدیگر را دفع میکنند. کسی داوطلب جوابگویی باین معما نبود. اگر واقعاً اتمها فقط از ذراتی که دارای بار منفی اند تشکیل شده بودند میبایستی منفجر بشوند.

گروه دیگری از فیزیکدانان بتعقیب فرحبخش شکار، یعنی الکترون که بتازگی کشف شده بود، پرداختند و برای آنکه مطالب بیشتری درباره ی آن بدست آورند آزمایش های بسیار بعمل آوردند. پروفیسور لئارد (۴۹) آلمانی لوله ای را که در شکل ۱۸ مشاهده میشود استادانه ساخت و چنین

استدلال کرد که اگر این ذرات بقدر کفایت كوچك بوده و با سرعت کافی حرکت کنند باید بتوانند از ماده، بشرط آنکه دارای ضخامت مناسبی باشد، عبور کنند. این دستگاه بوی نشان داد که نظرش کاملاً درست بوده است زیرا وقتی الکترونهاى سریع السیر بصفحه آلومینیومی (۵۰) برخوردند از آن گذشته در خارج لوله وارد جو شدند ولی بعلت وجود میلیونها اتم از گازهای جو (۵۱) در اطراف لوله پیشرفت در این آزمایش خیلی دشوار گردید زیرا الکترونها، پس از عبور از صفحه آلومینیومی، در اثر برخورد زیاد با این اتمها فقط مقدار کمی که کسری از اینچ بود (اینچ مساوی ۲۵۴ میلیمتر) میتوانند پیش بروند.

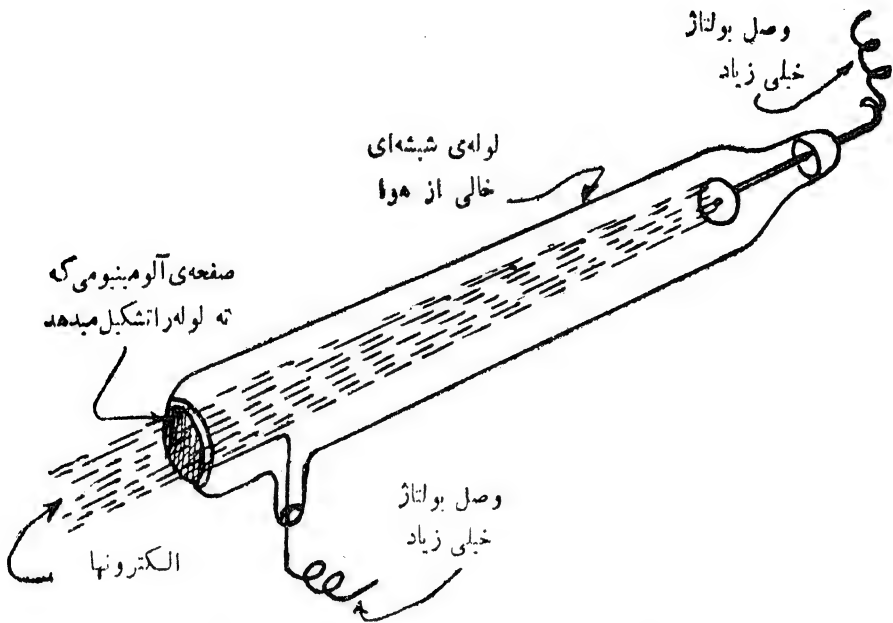
حالا ببینیم این الکترونها که تشکیل دسته اشعه ای داخل لوله میدهند، از کجا می آیند. آیا این الکترونها از اتمها (البته اتم های الکترودهای داخل لوله) کنده میشوند یا اصلاً اینها ذراتی از ماده هستند که به اتمها نچسبیده و آزاد و پراکنده میباشند؟ در حقیقت میتوان قبول کرد که هر دو نظر در اصل دارای پایه و اساسی هستند ولی از طرف دیگر نکته ی دیگری که واقعا اکتشاف بزرگی محسوب میشود و ما سابقایان کردیم اینست که جریان برق نیز خود از همین ذرات كوچك (الکترونها) تشکیل شده که در هادی هایی مانند مس، برنج و غیره حرکت میکنند و

۵۰- چنانکه در شکل ۱۸ ملاحظه میشود يك طرف لوله ی شیشه ی بجای

شیشه با صفحه آلومی نیومی بسته شده. مترجم

۵۱- جو شامل همین گازها نیست که همه ی ما را احاطه کرده و در آن

زندگی میکنیم. گازهای جو عبارتست از اکسیژن و ازت و بخار آب و گاز کربنیک و هلیوم، نئون، آرگون، کریپتون، گزنون. مترجم



شکل ۱۸- پروفیسور لنارد، عالم آلمانی، بوسیله‌ی دستگاه فوق پی برد باینکه الکترون‌های سریع حرکت می‌توانند از ورقه نازک آلومی نیومی بگذرند.

هرگاه بموادى از قبیل شیشه، موم و بعضی چیزهای دیگر (۵۲) برسند نمیتوانند از آنها عبور کنند مگر آنکه دارای سرعت خیلی زیادى (یعنی ولتاژ خیلی زیاد) باشند و در این صورت اخیر با جرقه‌های بزرگ و سر و صدای زیاد بشدت وخشونت تمام از این مواد عبور میکنند.

پیش از آنکه جریان الکتریسیته را صرفاً ناشی از حرکت الکترونها دانسته و بمطالعه‌ی خود درباره‌ی آن ادامه دهیم، شاید لازم باشد که ابتدا بتحقیقات بیشتری درباره‌ی خواص الکترونها پردازیم و پس از آن به بینیم

۵۲- این مواد را که مانع عبور جریان‌های معمولی برق اند عایق

مینامند. مترجم

چطور اتمهای ماده از الکترونهاست که یکدیگر را پس میزنند و بهیچ وجه نمی خواهند در نزدیکی هم بمانند فراهم شده است.

چندی پیش گفتیم که بارهای الکتریکی «نامشابه»، یعنی مثبت و منفی، یکدیگر را جذب میکنند. پس از کشف الکترون باید از کتاب جالب تاریخ علوم چندین صفحه را جا بیاوریم تا برسیم به کشف یک ذره ی اولیه ی دیگر ماده که آنهم بسیار بسیار کوچک است. باسانی میتوان حدس زد که این ذره ی دومی دارای بار الکتریکی مثبت است. ناگزیر باید همینطور هم باشد زیرا در غیر این صورت اتمیکه مادر نظر گرفته ایم پایدار نمی ماند.

ذره ی جدید پروتون (۵۳) نامیده شد و بجای آنکه مانند الکترون دارای بار الکتریکی منفی باشد، دارای « بار الکتریکی کاملاً مساوی و مخالف الکترون » است. خلاصه، بهمان درجه که الکترون دارای بار منفی است، پروتون دارای بار مثبت میباشد.

بعدها معلوم شد که هر اتم، از ایدرژن (سبک ترین اتمها) گرفته تا اورانیوم (سنگین ترین اتمها)، از یک هسته یاهر کز و عده ای الکترون ساخته شده است هسته از پروتون ها تشکیل شده و الکترون ها بدور آن میگردند بهمان ترتیب که سیارات بدور خورشید که مرکز منظومه ی شمسی ماست دور میزنند. در اغلب اتمها عده ی الکترون ها با عده ی پروتون ها مساوی است بطوریکه یک تعادل الکتریکی در این اتمها حکمفرماست و اینگونه اتمها از لحاظ شیمیائی بطرز خارق العاده ای پایدار هستند. اما باید دانست که این امر عمومیت ندارد و اتمهایی هستند که عده ی الکترون و پروتونشان مساوی نیست. در اتمی که عده ی پروتون ها بیش از الکترون ها است یک

آزمایشهای اتمی

حالت عدم تعادل الکتریکی وجود دارد و هر گاه چنین اتمی با اتم دیگری که عددی الکترونهاش بیش از پروتن ها باشد برسد باید منتظر بروز اتفاقات شیمیایی بود، بدین معنی که این اتمها بایکدیگر داخل فعل و انفعالات شدیدی میشوند.

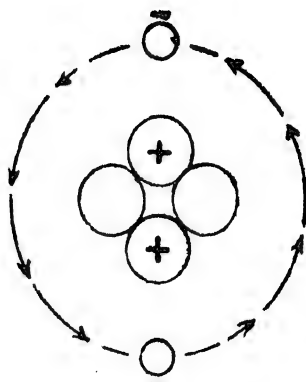
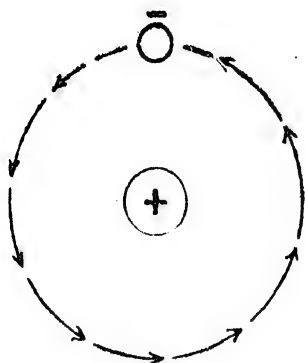
امروز هر عمل شیمیایی را در حقیقت نتیجهی تبادل الکترونها بین اتمها میدانند.

فصل چهارم

ساختمان اتمها

ایدِرژن از تمام مواد جهان سبک تر است. بنابراین اتم آن کوچکتر و ساده تر از سایر اتمها بوده و تعداد ذراتیکه در این اتم وجود دارد (۵۴) از ذرات مشکله‌ی سایر اتمها کمتر است. شکل ساده‌ی اتم ایدِرژن را اینطور میتوان تصور کرد که: یک الکترون (-) با سرعت زیاد دور هسته‌ای که فقط شامل یک پروتون (+) است می‌گردد. در آن روز گاریکه دانش مادر باره‌ی اتمها هنوز مراحل کودکی را می‌پیمود، اولین اتمیکه علمای فیزیک در عالم تصور ساخته بودند بصورت ساده‌ی فوق بود و ساختمان ساده‌ی این اتم، که از دوزره که دارای بار الکتریکی مساوی و مخالفند تشکیل شده بود، تمام حوایج نظریه‌ی جدید ماده را رفع می‌کرد. حرکت دائمی الکترون بدور پروتون ظاهراً برای آن بود که مانع جذب الکترون بتوسط پروتون بشود.

مطلب قابل دقت در باره‌ی این سازمان ساده این بود که وزن تمام



شکل ۱۹- (بالا) : سه ذره‌ی اصلی : الکترون ، پروتون ، نوترون

(پائین وچپ) تصویر فرضی اتم ایڈرژن

(یائین وراست) تصویر فرضی اتم ہلیوم

اتم ایدرژن عملابرابر بود با وزن پروتون (۵۵). چون این اتم سبکترین عنصری بود که شناخته بودند چرم (۵۶) آنرا يك (۵۷) فرض کرده و

۵۵- چون وزن الکترون تقریباً $\frac{1}{1836}$ و زن پروتون است در اغلب

محاسبات از وزن الکترون صرف نظر میکنند و لهذا اتم ایدرژن که يك الکترون ويك پروتون دارد وزنش تقریباً با وزن پروتون برابر ميشود. مترجم

۵۶- خواننده ميتواند در اینجا نیز بجای جرم همان وزن را در نظر بگیرد تا مطلب را آسان تر درک کند ولی بايد دانست که جرم با وزن تفاوت دارد و در فهرست لغات علمی اول این کتاب در کدام رابطه تفصیل شرح داده ایم. مترجم

۵۷- وزن واقعی يك اتم ایدرژن فوق العاده کم است و همانطور که

در زیر نویس شماره‌ی (۴۷) نوشتیم

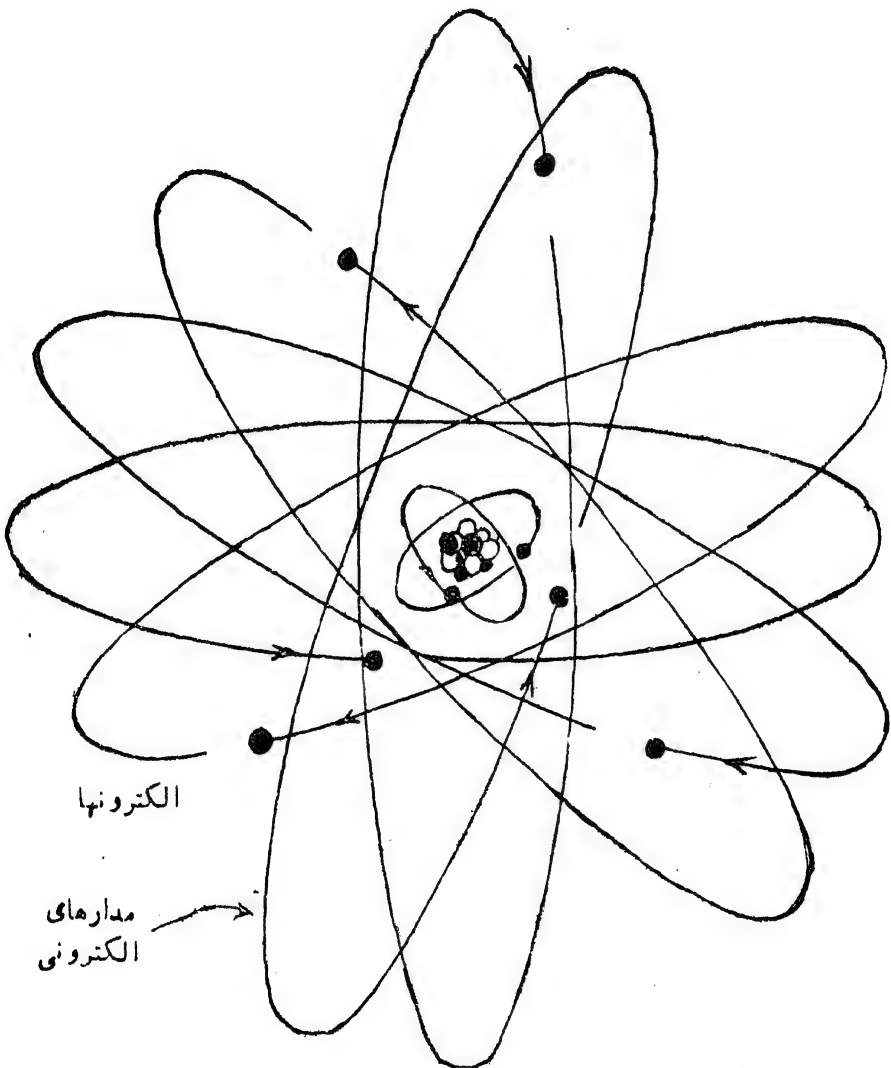
[illegible]

که وزن اتمی ایدروژن بنا بر فرض است در حقیقت وزن

[illegible]

اتمی سایر عناصر نیز به همین نسبت از وزن واقعی آنها بزرگتر است. مترجم

صورتی از تمام اتمها بترتیب وزن آنها تهیه کردند و ایدرژن که سبکتر از همه بود در رأس اینصورت قرار گرفت . اتمهاییکه در این صورت بعد از اتم ایدرژن آمده بودند عدهی بیشتری الکترون ، پروتون و نوترون

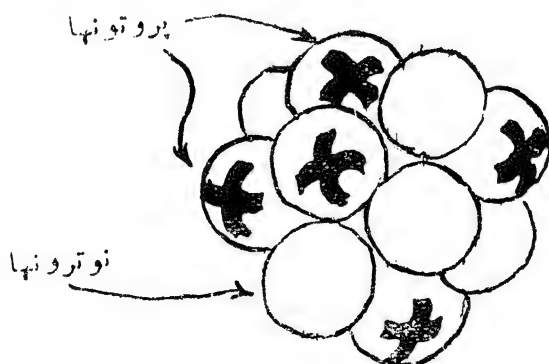


شکل ۴۰- چگونگی حرکت الکترونها بدور هسته ی اتم بر روی مدارهای مختلف . هرچه الکترون ها از مرکز دورتر باشند قطر مدارشان بیشتر خواهد بود.

داشتند و اتم ایدرژن یگانه اتمی بود که نوترون نداشت (درباره ی نوترون (۵۸) بعداً مطالب بیشتری بیان خواهیم کرد).

ساختمان اتم هائیکه بعد از ایدرژن قرار دارند و شامل الکترونها و پروتونهای بیشتری هستند خیلی پیچیده تر میشود. بطوریکه در مورد اتمهای سنگینی مانند سرب، توریم (۵۹)، اورانیوم و غیره علمای فیزیک نه تنها مجبور شدند وضع بسیار بغرنج و پیچیده ای برای پروتونها تصور بکنند بلکه ناچار بودند مدارها یا مسیرهایی برای حرکت دورانی الکترونها نیز در نظر بگیرند زیرا در مقابل هر پروتونی که در هسته ی اتم قرار دارد یک الکترون هم باید بدور هسته در گردش باشد.

طبیعتاً تمام این الکترونها نمیتوانند روی یک مسیر یا روی یک صفحه قرار بگیرند لهذا فرض میکردند که بعضی الکترونها روی مسیرهایی که



شکل ۲۱- چگونه نوترونها و پروتونها در هسته ی اتمها جمع شده و تشکیل یک «بسته» میدهند.

۵۸- Neutron ذره ای است که در هسته ی تمام اتمها باستانی اتم ایدرژن موجود است و وزن این ذره کاملاً با وزن پروتون برابر است و فاقد بار الکتریکی میباشد (شکل ۲۱) مترجم.

۵۹- Thorium نام فلزی است. مترجم

بهسته نزدیک ترند حرکت میکنند و بعضی دیگر روی مسیرهای دورتری در حرکت میباشند و فکر میکردند (هنوز هم همینطور فکر میکنند) این مسیرها، مانند نخپاییکه روی گلوله نخ پیچیده میشود، از همه طرف هسته را احاطه کرده اند و هر الکترون روی مدار مخصوصی بخودیکه بفاصله مشخصی از هسته قرار گرفته حرکت میکند. هر چه از هسته دورتر بشویم مدارها بزرگتر و بنا بر این سرعت الکترونها بیشتر و سرسام آور میشود. فاصله ی بین هسته ی مدارهای الکترونی مختلف با مقایسه با کوچکی ذرات مشکله ی اتم فوق العاده زیاد است. بنا بر این نظریه هر اتم، اعم از اینکه ساده یا درهم و پیچیده باشد، تقریباً تو خالی و مجوف است و این موضوع را امر وزهم قبول دارند. اگر فرض کنیم هسته ی اتم ایدرژن بقدری بزرگ شود که با اندازه ی یک گردو برسد و فاصله ی آن نیز تایگانه الکترونی که دارد بهمین مقیاس زیاد شود در این صورت فاصله ی الکترون از هسته برابر با ۱۵۰ متر میشود و اتم ایدرژن باین ترتیب بشکل دو گردو درمیآید که بفاصله ی ۱۵۰ متری از یکدیگر قرار گرفته و یکی بدور دیگری با سرعت بگردد (۶۰).

در هر فعل و انفعال شیمیائی که یک دانشجوی رشته ی شیمی انجام میدهد و دو عنصر را با یکدیگر ترکیب کرده جسم مرکب شیمیائی بدست میآورد در حقیقت سروکارش با «فیزیک الکترونی» (۶۱) و «فیزیک اتمی»

۶۰- مؤلف تشبیه دیگری بکار برده که از ذهن خواننده ی ایرانی قدری دور است. قطر یک الکترون یا پروتون یک صد میلیاردیم (۰/۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۱) میلیمتر و قطر تمام اتم ایدرژن یک ده میلیاردیم میلیمتر (۰/۰۰۰،۰۰۰،۰۰۱) است و بنا بر این قطر اتم ایدرژن ۱۰۰۰۰ برابر قطر هسته آن یا قطر الکترون آنست. مترجم

۶۱- Electronics قسمتی از علم فیزیک است که درباره ی الکترون و

خواص آن بحث میکند. مترجم

است که «فیزیک هسته‌ای» (۶۲) نیز نامیده میشود.

اغلب عناصر مندرج در جدول تناوبی (۶۳) از لحاظ شیمیائی فعال میباشند بدین معنی که تحت شرایط خاصی با سایر عناصر ترکیب میشوند بعضی عناصر بقدری فعال بوده و میل ترکیبشان با سایر عناصر با اندازه‌ای زیاد است که بمحض مجاورت تولید انفجار میکنند، مانند ترکیب ایدرژن با اکسیژن که منجر بتشکیل آب میشود. اما بعضی عناصر برای آنکه با هم ترکیب شوند احتیاج بیک نوع محرک دارند، مثلاً باید آنها را حرارت داد. و بالاخره بعضی عناصر دیگر وجود دارند که از لحاظ الکتریکی بقدری متعادلند که با هیچ عنصر و بهیچوجه ترکیب نمیشوند. گاز هلیوم از جمله‌ی این نوع عناصر است. این عناصر را که فاقد میل ترکیبی هستند عناصر بی اثر مینامند. اغلب بجای لغات فعال و بی اثر بترتیب لغات نا پایدار و پایدار استعمال میکنند. اکنون معلوم شده که میل ترکیبی یا جاذبه‌ی شیمیائی عناصر مربوط به «الکترونهای ظرفیت» (۶۴) است که روی مدارهای خارجی (۶۵) آنها قرار دارند. وقتی در اثر یک فعل و انفعال شیمیائی دو عنصر با هم ترکیب میشوند الکترونهای ناپایدار مدارهای خارجی آن دو عنصر (که الکترون-های ظرفیت نامیده میشوند) با یکدیگر متحد و همراه شده و بدین ترتیب

۶۲- Nuclear Physics درباره‌ی هسته‌ی اتم ها که از پروتون و

نوترون تشکیل شده و انرژی اتمی گفتگو میکند. مترجم

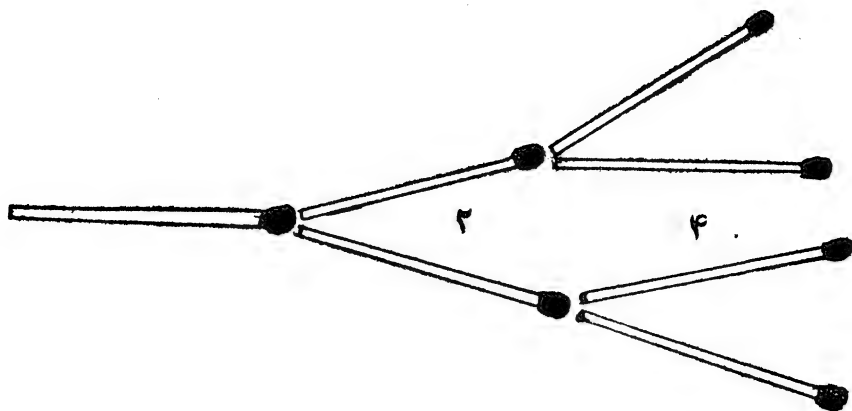
۶۳- Periodic table بفرست لغات این کتاب مراجعه شود. مترجم

۶۴- Valence electrons بفرست لغات علمی این کتاب مراجعه شود.

مترجم

۶۵- مدار خارجی اتم مداری است که دورتر از سایر مدارات باشد.

ممکن است اتمی دارای چند مدار خارجی باشد یعنی بچند مدار همه بیک فاصله از مرکز واقع باشند. روی هر مدار چنانکه میدانیم فقط یک الکترون حرکت میکند. بشکل ۲۰ مراجعه شود. مترجم



شکل ۲۲- تصویر فرضی و غیردقیقی که اصل فعل و انفعال زنجیری را نشان میدهد. وقتی کبریت اولی را آتش بزیم، این کبریت باعث روشن شدن دو عدد کبریت بعدی میشود و اینها نیز بنوبه‌های خود چهار عدد کبریت بعدی را روشن میکنند و همینطور الی آخر.

دو عنصر با يك بند الکتریکی بیکدیگر میپیوندند. اساس تمام علم شیمی بطور سطحی و اجمالی مبتنی بر همین امر است.

اما فعل و انفعالات زنجیری (۶۶) فقط بوسیله‌ی نو تر و نه‌اهلی میشود.

(فعل و انفعالات زنجیری اینست که انفجار يك اتم فوراً باتمهای مجاور سرایت کرده باعث انفجار آنها شود و انفجار اینها نیز بنوبه‌ی خود باتمهای مجاور بعدی سرایت کند و همینطور پیش برود تا تمام جسم منفجر گردد. شکل ۲۲). هر چند مادر فصل بعد در باره‌ی فعل و انفعالات زنجیری بیشتر صحبت خواهیم کرد ولی فعلاً شکل فوق بطور ساده کیفیت آنرا نشان میدهد.

چیزی از عمر نظریه‌ی الکترنی یا هسته‌ای ماده نگذشته بود که

۶۶- Chain reaction فعل و انفعالات معمولی شیمیائی از قبیل

تجزیه و ترکیب نیست. این يك فعل و انفعال درون اتمی است که موجب انفجار و درهم شکستن اتم و مولد مقادیر فوق العاده زیاد انرژی است. بمبهای اتمی را بر اساس همین فعل و انفعال ساخته‌اند. مترجم

اشکالات ناراحت کننده‌ای بروز کرد. بخصوص وقتی عناصر را بترتیب وزن اتمی و جدول تناوبی مرتب می‌کردند این اشکالات بارزتر میشد.

وزن اتم ایدرژن که فقط یک الکترون و یک پروتون داشت یک فرض میشد عنصری که ظاهرأ بلافاصله بعد از ایدرژن جای داشت گاز هلیوم بود و اشکال جدی از همین جا شروع میشد، زیرا شماره‌ی اتمی (۶۷) هلیوم دو بود و فرض کرده بودند که اتم آن دارای دو الکترون و دو پروتون است. بنا براین وزن اتمی هلیوم بعلت دارا بودن دو پروتون بایستی دو باشد در صورتیکه تجربه خلاف آنرا نشان میداد و وزن اتمی هلیوم واقعاً ۴ بود. خلاصه، وزن اتمی هلیوم ۲ واحد بیش از آن بود که پیش‌بینی شده بود و برای آن دلیلی هم موجود نبود.

آنچه درباره‌ی هلیوم بیان شد در باره‌ی سایر اتم‌ها نیز صادق بود. مثلاً کربن شماری اتمیش ۶ ولی وزن اتمیش ۱۲ بود و این ۶ واحد اضافه وزن احتیاج بتفسیر داشت. خلاصه تمام عناصر بعد از ایدرژن وزن اتمیشان تقریباً دو برابر شماره‌ی اتمیشان میشد بطوریکه مثلاً عنصر بسیار سنگین اورانیوم بشماره‌ای اتمی ۹۲ دارای وزن اتمی ۲۳۸ بود. بیست سال گذشت تا این معما گشوده شد. فیزیکدانان زمان برای توجیه این تباین و اختلاف نظریه‌ای وضع کردند که خالی از ارزش نبود. آنها چنین اظهار عقیده کردند که پروتون‌های خشی شده علاوه بر پروتون‌های

۶۷- وقتی اتم‌ها را از سبک‌ترین گرفته تا سنگین‌ترین بر حسب وزن اتمی مرتب کرده دنبال هم بنویسیم هر اتم یک شماره‌ی ترتیب پیدا می‌کند مثلاً شماره‌ی ترتیب ایدرژن که اولین اتم است ۱ است. شماره‌ی هلیوم ۲ است و همین طور تا آخر. این شماره‌ی ترتیب را شماره‌ی اتمی گویند. مترجم

مثبت در هسته‌ی اتم وجود دارد و این اضافه وزن متعلق بآنهاست و باین سؤال که این پروتونهای خنثی شده از کجا آمده اند چنین جواب میدادند که اینها از پروتونهای مثبت معمولی هستند که بدلیلی يك الكترون جذب کرده اند و چون بار منفی الكترون مساوی و مخالف بار مثبت پروتون است آنرا خنثی کرده است. اما نوابغی که مشغول کاوش در هسته‌ی اتم بودند میدانستند که این عقیده جز پاسخ سستی بیش نیست و سؤالات دیگری را بر میانگیزد که تا مسئله حل نشود بی جواب میمانند.

این پروتونهای باصطلاح خنثی شده که بفرض در نتیجه‌ی اتحاد يك پروتون و يك الكترون بوجود آمده بودند واقعاً مانند اتم ایدرژنی بودند که لوله شده و الكترون و پروتونش درهم رفته باشد.

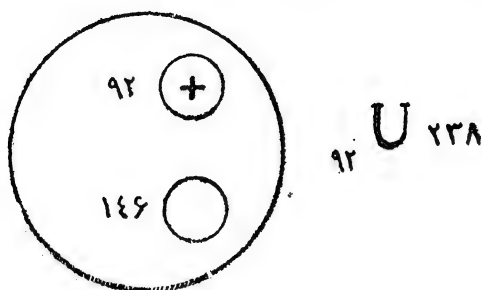
در باره‌ی اتم اورانیوم فکر میکردند که باید ۹۲ پروتون معمولی و ۱۴۶ پروتون خنثی شده داشته باشد و باین ترتیب حاصل جمع ۹۲ پروتون و ۱۴۶ پروتون خنثی شده مساوی ۲۳۸ میشد که همان وزن اتمی اورانیوم بود. این طرز تفکر و توجیه لااقل این فایده را در بر داشت که مغز علمائیرا که درباره‌ی اتم کار میکردند موقتاً آسوده میکرد.

معمای « پروتون خنثی شده » مدت بیست سال باقیماند تا اینکه جان چدویك (۶۸) انگلیسی بسال ۱۹۳۲ با جواب قاطعی قدم پیش نهاد.

۶۸- مؤلف در ذکر نام این دانشمند متأسفانه اشتباه کرده است زیرا

نام این فیزیکدان انگلیسی معاصر سر جیمز چدویك Sir James Chadwick است که بسال ۱۸۹۱ متولد شده و بسال ۱۹۳۵ بمناسبت کشف نوترون برنده‌ی جایزه‌ی نوبل در فیزیک شناخته شده است. مترجم

وی هنگامیکه عنصر سبک بریلیموم (۶۹) را با اشعه‌ی آلفا (بهبتر است بگوئیم ذرات آلفا) (۷۰) که از رادیوم بیرون می‌آید بمباران میکرد ملاحظه نمود که ذرات مخصوصی از اتم‌های این عنصر خارج میشوند که مانند یک حیوان وحشی بسیار سخت و نافرمان هستند. هنگامیکه ذرات (اشعه‌ی) آلفا یا بتا تحت اثر میدانهای نیرومند الکتریکی یا مغناطیسی قرار گیرند وضعی پدید می‌آورند که قابل پیشگویی است. بدین معنی که در این هنگام همیشه از مسیر حرکت خود



شکل ۲۳- نمایش مصور اتم اورانیوم ۲۳۸ دایره‌ی سیاهی که با عدد ۱۴۶ مشخص شده تعداد نوترون‌های موجود در این اتم را نشان می‌دهد. (چون این شکل ناقص و اسباب گمراهی است لطفاً بتصویر فرضی اتم اورانیوم که در آخر کتاب قرار دارد مراجعه فرمائید. مترجم)

۶۹- Beryllium فلز کمیابی است. نام دیسک‌گرش گلووسی نیوم Glucinium است. مترجم

۷۰- Radium فلزی است کمیاب که در اتم‌های آن خود بخود و بدون محرک خارجی فعل و انفعالات زنجیری دائم و ملایم برقرار است و بنا بر این اتم‌های آن دائماً و با هستکی منفجر میشوند و در نتیجه‌ی این انفجار ذرات آلفا، ذرات بتا و اشعه‌ی گاما خارج می‌کنند. ذرات آلفا دارای بار الکتریکی مثبت و ذرات بتا همان الکترونست و دارای بار الکتریکی منفی است و اشعه‌ی گاما همان اشعه‌ی ایکس است منتهی از اشعه‌ی ایکسی که در پزشکی برای عکس برداری و معالجات سطحی بکار می‌رود بمراتب قویتر و نافذتر است و بهمین جهت امروزه از رادیوم برای معالجه‌ی بیماریهای از قبیل سرطان استفاده می‌کنند. مترجم

منحرف میشوند. ولی ذراتیکه چدویک از اتم بریلیم بیرون رانده بود فاداین خاصیت بودند. این ذرات نه تنها خیلی آهسته حرکت میکردند بلکه مغناطیسها یا بارهای الکتریکی نیرومند نیز بر آنها کوچکترین اثری نداشت و، باوجود کندی حرکت، باسانی هرچه تمامتر میتوانستند در ماده نفوذ کنند. این امر که ذرات جدید میتوانند باسانی در ماده نفوذ کنند و بارهای الکتریکی و میدانهای قوی مغناطیسی بر آنها بی اثر بود نشان میداد که ذرات مزبور از لحاظ الکتریکی خنثی هستند. چیزی طول نکشید که چدویک بنحو قاطعی ثابت کرد این ذرات معمای اوزان اتمی را حل میکنند و معلوم شد که وزن آنها با وزن پروتون معمولی که بر حسب قرار داد ۱ فرض شده مساوی بوده و، برخلاف عقیده سابق، اتمهای له شده و درهم فرورفته‌ی ایدروژن نیستند و الکترونی با آنها نچسبیده است. این ذرات فقط عبارت بودند از پروتونی که فاقد هر گونه بار الکتریکی باشد و بهمین دلیل آنها را «نوترون» نامیدند.

از این پس باید با اتمهای تمام عناصر با نظر جدیدی نگاه کرد بدین معنی که وجود یک ذره‌ی جدید، یعنی نوترون، را نیز باید در هسته‌ی تمام اتمها، باستثنای اتم ایدروژن، در نظر داشت. باین ترتیب هلیوم دارای ۲ پروتون و ۲ نوترون و کربن دارای ۶ پروتون و ۶ نوترون و باریوم (۷۱) دارای ۵۶ پروتون و ۸۱ نوترون است.

در همان ایام معلوم گشته بود که نوترون مؤثرترین و نافذترین گلوله‌ی اتمی است زیرا وقتی با ذرات الکتریستیه دار نظیر الکترون

یا پروتون، بسمت هسته‌ی اتم‌ها شلیک میکردند این ذرات به نیروهای الکتریکی دیگری، که در اثر الکترونها یا هسته‌ی اتم تولید شده بود، برمیخوردند و آنوقت یا اصلاً دفع شده و به هسته‌ی اتم نمیرسیدند و یا، اگر هم احیاناً به هسته میرسیدند، بر آن بی اثر و یا دارای اثر کمی بودند. ولی نوترونها چون فاقد بار الکتریکی بودند میتوانند با کمال سهولت درون هسته‌ی سنگین‌ترین و پیچیده‌ترین اتمها با کمال سهولت پیش بروند و بمحض آنکه وارد هسته شدند میتوانند آنرا از هم بپاشند. نوترون گلوله‌ای بود که دست یافتن با انرژی اتمی را میسر ساخت.

تا امروز در حدود ۱۹ نوع ذره‌ی اتمی شناخته شده که عمل بعضی از آنها هنوز معلوم نگردیده ولی برای مقاصد ما شناختن سه نوع ذره‌ای که شرح دادیم، یعنی الکترون (-)، پروتون (+) و نوترون که از لحاظ الکتریکی خنثی است کفایت میکند.

فصل پنجم

انرژی شبح ماده

پس از کشف رادیوم بوسیله‌ی مادام کوری (۷۲) و شوهرش پیر (۷۳) بسال ۱۸۹۸، فیزیکدانها در فهم و توجیه خواص این عنصر عاجز ماندند. اتم آن بسیار پیچیده و دائماً در حال یکنوع انقلاب درونی بود و با هیچ نیروی ممکن نبود از انقلاب هسته‌ی آن جلوگیری کرد. رادیوم

۷۲- Mme Marie Skłodowska Curie مادام ماری سکلودوفسکا کوری (۱۸۶۷-۱۹۳۴) مشهور به مادام کوری متولد در لهستان و شیمی‌دان و فیزیکدان فرانسوی می‌باشد. وی دوبار بدریافت جایزه‌ی نوبل نامل شد. یکی بسال ۱۹۰۳ باتفاق شوهرش بمناسبت تفحصاتی که در باره‌ی رادیوآکتیویته کرده بودند. بار دوم بسال ۱۹۱۱ بمناسبت کشف فلز رادیوم. مترجم

۷۳- Pierre Curie (۱۸۵۹-۱۹۰۶) شیمی‌دان و فیزیکدان فرانسوی. وی باتفاق همسرش، مادام کوری، جایزه نوبل سال ۱۹۰۳ را در فیزیک بمناسبت تفحصاتی که در باره رادیوآکتیویته کرده بودند بدست آورد. مترجم

حتی در بالاترین و پست ترین درجات حرارت و فشار نیز ذرات خود را بشکل اشعه گاما (اشعه ایکس) الکترونها (-) و ذرات آلفا (۲۴) که در حقیقت اتمهای دومین عنصر سبک، یعنی گاز هلیوم، بود بخارج پرتاب میکرد (۷۵). از طرف دیگر چون رادیوم همیشه کمی گرمتر از محیط خود بود معلوم میشد امواج حرارتی نیز تولید میکنند و این کیفیت باعث میشد که خواص عجیب رادیوم پیچیده تر بشود.

هر اتم رادیوم پس از طی مراحل اسرار آمیزی سبک تر شده و سازمانهای جدید و پیچیده ای در هسته اش بوجود میآید. بدین ترتیب اتمهای رادیوم پس از یک سلسله تحولات طولانی و پشت سرهم که چندین قرن طول میکشد تبدیل باتمهای پایدار سرب میشود (۷۶). حدس علما،

۷۴- در زیر نویس شماره ی (۷۰) شمه ای از خواص رادیوم را بیان کردیم که اتمهای این عنصر دائم در حال تجزیه و تحلیل (Desintegration) هستند. اکنون یاد آور می شویم که این تجزیه و تحلیل بهیچ وجه ربطی بشرائط محیط خارج ندارد. بدین معنی که سرما و گرما و فشار و رطوبت و مواد شیمیائی و غیره نمیتوانند تغییری در سرعت تجزیه و تحلیل رادیوم بدهند. مترجم.

۷۵- ذرات آلفا که دارای بار الکتریکی مثبت اند از هلیون گردیم که اتمهای این عنصر دائم در حال تجزیه و تحلیل (Helion) تشکیل شده اند. هلیون عبارت از اتم هلیومی است که دو الکترون خود را از دست داده باشد. بنا بر این ذرات آلفا و یاهلیون در حقیقت هسته ی اتم هلیوم میباشند. مترجم

۷۶- اتم رادیوم ابتدا ذرات آلفا از خود بیرون میدهد و تبدیل به عنصر جدیدی بنام رادون (Radon) می شود. رادون که عنصر گازی شکل نا پایدار است بنوبه ی خود باز دست دادن اشعه آلفا تبدیل به عنصر دیگری بنام رادیوم A می شود. این تبدیلات خود بخود و همینطور پیش میرود و بترتیب رادیوم های B و C و C' و D و E و پولونیوم (Polonium) و بالاخره سرب بدست میآید که عنصر پایدار است. مدت زمانی که طول میکشد تا نصف یک قطعه رادیوم تجزیه و تبدیل بسرب شود تقریباً ۱۶۰۰ سال است. مترجم

مبنی بر اینکه مقداری از وزن اتمهای رادیوم در ضمن این تحولات عجیب بانرژی تبدیل میشود، مقرون بحقیقت بود و در همین ایام دانشمندان فهمیدند که ماده ممکن است بانرژی تبدیل گردد و نیز متوجه شدند که اتمها قابل انفجار میباشند. البته رادیوم، مانند یک ترقه‌ی مرطوب، خیلی بکندی منفجر میشد و علما از خود میپرسیدند اگر بشود کاری کرد که این انفجار سرعت و در یک لحظه انجام گیرد، و انرژی که بتدریج تولید میشود در مدت کسری از ثانیه تولید شود، چه اتفاقی خواهد افتاد؟ وسائل کوچک و ظریفی که در روزهای اول کاوش‌های اتمی ساخته شده بود و معادلات ریاضی که بکار میرفت بطور قاطعی نشان دادند که قدرت انفجارهای اتمی، بامقایسه بامیزان ماده‌ای که مصرف میشود، خیلی بیشتر از تمام موادی است که قبلاً ساخته و یاد در عالم خیال تصور کرده بودند.

اگر بتوانیم تمام مواد پراکه از انفجار باروت، «ت.ن.ت.» (۷۷) و یا دینامیت حاصل میشود جمع آوری و وزن کنیم ملاحظه خواهیم کرد که وزن این مواد رو به پمرفته با وزن جسمی که منفجر کرده‌ایم برابر است. اما این موضوع درباره‌ی انفجارهای اتمی صادق نیست زیرا در انفجارهای اتمی قسمتی از جرم اتم بیک نحوی بکلی نابود میشود. پس در اینجا ماده تبدیل بانرژی میگردد و باین ترتیب رابطه‌ی عجیب بین ماده و انرژی بتدریج آشکار میشود.

یک مطلب دیگر نیز باعث ناراحتی دانشمندانی بود که در این زمینه کار میکردند. بدین معنی که وقتی سرعت الکترونها را زیادتر میکردند

۷۷ - T.N.T. تری نیترو تولوئن یکی از مواد منفجره‌ی نسبتاً

قوی است. مترجم.

جرم آنها نیز زیادتر میشود. این امر بعکس «تبدیل جرم بانرژی» است. یعنی ما در این جا با «تبدیل انرژی به جرم» مواجه هستیم. همانطور که برای سرعت دادن با تومو ویل باید بانرژی بدهیم، سریع کردن الکترونها نیز انرژی الکتریکی لازم دارد و همین انرژی که با الکترون میدهم بصورت افزایش وزن الکترون بروز میکند. الکترونیکه با سرعت ۲۰۰۰۰ میل در ثانیه حرکت میکند سبک تر از الکترونی است که سرعتش ۵۰۰۰۰ میل در ثانیه است. پس تبدیل انرژی و ماده بیکدیگر دوطرفی است یعنی هر يك میتواند بدیگری تبدیل شود.

پیش از سال ۱۸۸۵، بندهن هیچ فیزیکدانی خطور نمیکرد که بین يك اونس (۷۸) ماده و يك واحد انرژی از قبیل آمپر (۷۹)، اسب بخار (۸۰)، وات (۸۱)، کالوری (۸۲) و یا واحد انگلیسی حرارت (۸۳) رابطه ای موجود باشد. هیچکس ماده را بصورت انرژی و انرژی را بصورت ماده تصور نمیکرد و اگر می پرسیدید آیا ماده قابل تبدیل بانرژی هست یا نه؟ علما

۷۸ - Ounce واحد وزن امریکائی و انگلیسی است. علامت

اختصاریش Oz. و برابر است با ۲۸/۳۵ گرم.

۷۹ - واحد شدت جریان برق

۸۰ - واحد قدرت است. بطور خلاصه «اسب» گفته میشود مثلاً میگویند

موتور ۱۲ اسب بخار مقدار انرژی است که بتواند در مدت يك ثانیه ۷۵ کیلو گرم بار را يك متر از زمین بلند کند.

۸۱ - واحد قدرت الکتریکی است.

۸۲ - Calorie واحد حرارت است و برابر با مقدار حرارتی است

که اگر يك گرم آب بدهیم یک درجه گرمتر شود.

۸۳ - تقریباً ۲۵۲ کالری است علامت اختصاریش B.T.U. است.

این سؤال را بی ربط و بی معنی میدانستند. حتی خود اینشتین (۸۴) کبیر نیز شاید فکر بمب یا پیل اتمی را هم نکرده بود زیرا سالها تجربه و صبر و پشت کار لازم بود تا فرمول مشهور $E=MC^2$ او (۸۵) از عالم نظر به عالم عمل وارد شود و بصورت يك قانون فیزیکی در آید (درباره فرمول $E=MC^2$ بعداً بیشتر صحبت خواهم کرد).

اگر دوباره باتوم ساده‌ی هلیوم که در هسته‌اش ۲ پروتون و ۲ نوترون وجود دارد توجه کنیم ممکن است مطالب بیشتری درباره‌ی رابطه‌ی عجیب بین ماده و انرژی بیاموزیم. هنگامیکه دانشمندان دست بکار اندازه‌گیری‌های دقیق جرم یا وزن پروتون و نوترون شدند اتفاق جالب توجهی افتاد. عمل باین سادگی‌ها که فکر کرده بودند نبود. وزن هسته‌ی هلیوم درست مساوی وزن ۲ پروتون و ۲ نوترون نمیشد (باید بخاطر داشته باشیم که وزن الکترون‌ها بقدری ناچیز است که وزن هر اتم تقریباً برابر وزن هسته‌ی آنست). بلکه کمی کمتر بود. اینطور بنظر می‌آمد که طبیعت وقتی مشغول ساختن اتم هلیوم بوده است ظاهراً قدری از جرم هسته‌ی آن ناپدید شده و بصورت انرژی درآمده است.

این تفاوت جرم هسته‌ی هلیوم واقعاً چه شده بود؟ آیا طبق فرمول ریاضی که دکتر آلبرت اینشتین توصیه کرده است (سال ۱۹۰۵) تبدیل بانرژی گردیده؟ نابعه بزرگ اینشتین، حتی چندین سال قبل هم عقیده داشت که

۸۴- Einstein

۸۵- این فرمول رابطه‌ی بین جرم و انرژی را نشان میدهد و در آن E

انرژی و M جرم و C سرعت نور است. مترجم.

انرژی و ماده دو صورت مختلف يك حقیقت واحد هستند و بدنبال همین عقیده بود که فرمول مشهورش، $E = MC^2$ را منتشر کرد که جهان را تکان داد. در این فرمول E برابر انرژی، M برابر جرم، و C برابر سرعت نور میباشد. با آنکه بسیاری از دانشمندان در آن زمان با عقیده‌ی دکتر اینشتین موافق نبودند ولی این حقیقت وحشتناك پس از انفجار اولین بمب اتمی بشوت رسید. فرمول ریاضی اینشتین شاید با اهمیت ترین فرمولی باشد که تا کنون در تاریخ بشر نگاشته شده است.

اکنون برگردیم بموضوع تناقضی که در باره‌ی وزن هسته‌ی هلیوم پیش آمده بود. بدو با اندازه گیریهای دقیق معلوم شده بود که جرم پروتون درست برابر واحد نیست بلکه مساوی ۱۰۰۷۵۸ و جرم نوترون ۱۰۰۸۹۳ میباشد که تقریباً و عملایکسانند. چون هسته‌ی هلیوم از ۲ پروتون و ۲ نوترون ساخته شده و جرم دو پروتون برابر ۱۰۰۷۵۸×۲ یا ۲۰۱۵۱۶ و جرم ۲ نوترون برابر ۱۰۰۸۹۳×۲ یا ۲۰۱۷۸۶ میباشد پس جرم هسته‌ی هلیوم که حاصل جمع این دو عدد است برابر میشود با ۴۰۳۳۰۲ . ولی آزمایش نشان میدهد که جرم هسته‌ی اتم هلیوم مساوی ۴۰۳۳۰۲ نبوده بلکه ۴۰۰۲۸۰ میباشد که کمی کمتر از جرم نظری آنست و اختلاف آن دو به ۳۰۲۲ بالغ میشود. همین جزء كوچك از جرم هسته (در حدود $\frac{۳}{۴۰۰}$ جرم هسته) است که هنگامیکه طبیعت اتم هلیوم را درست میکرده بنوعی از زمین رفته است. اما باید دید این جزء كوچك جرم چگونه پخش شده و کجارجته است؟

چنانکه اکنون معلوم گردیده، در دنیای انرژی هسته‌ای، جرم

۳۰۲۲ ر. گرم قابل صرف نظر کردن نیست. اگر همین جزء كوچك جرم را ، که متعلق به چند بیلیون (۸۶) اتم میباشد ، ناگهان زیر صندلی ما با انرژی تبدیل کنند نتیجه ی بسیار غم انگیزی ببار خواهد آمد .

به بیان ساده تر ، این تناقض در جرم هسته ی هلیوم بالغ بر ۳ واحد در مقابل ۴۰۰ واحد است (یعنی در هر چهار صد گرم ، سه گرم تفاوت وجود دارد). هنگام تشکیل يك گرم هلیوم از ایدرژن اگر همین $\frac{3}{4}$ تفاوتی که بیان کردیم تبدیل با انرژی الکتریکی شود بوسیله ی آن میتوان ۲۰۰۰۰ ر. چراغ صدواتی (صدشمعی) را تا مدت ۱۰ ساعت روشن نگاهداشت! وقتی ما با تبدیل انرژی و ماده بیکدیگر مواجه هستیم نمیتوانیم از ماده حتی بقدر يك سرسنجاق هم که باشد صرف نظر کنیم .

اکنون بعضی از دانشمندانیکه در هسته ی اتم کار میکنند معتقدند حرارت فوق العاده زیادی که دائماً در کوره ی آفتابی بزرگ مایعنی خورشید تولید میشود بر اثر ترکیب دو اتم ایدرژن و تولید يك اتم هلیوم بوجود میآید .

ظاهراً در هسته ی اتمها پس از هرا انفجار و تولید انرژی اتمی یا انرژی هسته ای سازمان جدیدی بوجود میآید و هسته ی جدید همیشه حالت پایدارتری نسبت به هسته ی قبل دارد . مثل اینکه طبیعت خواهان یکنوع حالت بیطرفی است که در آن حالت اتمها بتوانند پایدارتر و بهتر بمانند . گاهی حالت ثبات و پایداری بلافاصله پس از يك مرتبه تجدید سازمان در هسته ایجاد نمیشود مانند اتم رادیوم. همانطور که قبلاً بیان شد این اتم

پس از يك سلسله‌ی طولانی تجدید سازمانهای متنوع با تم پایدار سرب تبدیل میگردد (۸۷) .

قبلا بیان کردیم که اتمها از لحاظ وزن و پیچیدگی ساختمان درونی با هم تفاوت بسیار دارند و بترتیب که اتمها سنگین تر میشوند از لحاظ ساختمان درونی نیز پیچیده تر شده و برخی از اتمها پایداریشان کمتر میشود. مطلب دیگریکه برای دانشمندانیکه در باره‌ی هسته‌ی اتم کار میکنند جالب توجه است اینستکه پروتون‌ها و نوترون‌ها در هسته‌ی اتم چگونه بدور هم جمع و تا این درجه بهم بسته شده و مجموعه‌ی واحدی را تشکیل داده اند . چیزیکه بیشتر حائز اهمیت است این موضوع میباشد که دانشمندان «فیزیک هسته ای» ما مدتها مبهوت بودند که پروتون‌ها و نوترون‌ها بچه ترتیب در هسته‌ی اتم بدور هم گرد آمده و چنان سخت بهم بسته شده اند و حال آنکه نوترون‌ها فاقد بار الکتریکی و پروتون‌ها دارای بار مثبتند . با خواندن قسمت اول این کتاب ، فهمیده ایم که بارهای الکتریکی مشابه یکدیگر را دفع میکنند و پس میزنند و اکنون متحیریم که چگونه این بسته‌ی کوچک ظریف ، یعنی هسته‌ی اتم، خود بخود از هم نمیپاشد ، و حتی يك قدم هم از اینجا بالاتر گذاشته میگوئیم چگونه از اول پروتون‌ها و نوترون‌ها را توانسته اند در کنار هم جای دهند ؟ وقتی دو توپ پینگ پونگ را که دارای بار مثبت باشند نزدیک هم بگذاریم یکدیگر را عقب میزنند . پس چرا پروتون‌ها این کار را نمیکنند ؟ آیا وجود نوترون‌ها مانع این عمل است ؟ بغیر

۸۷- در این مورد بزرگوار نویسنده شماره‌ی (۷۶) همین فصلی مراجعه کنید.

از اتم ایدرژن که فقط دارای يك پروتون و يك الكترون است (۸۸) سایر اتمها دارای مقداری نوترون میباشد که تقریباً معادل عده ی پروتون آنهاست. آیا همین نوترونها مانع فرار پروتونها، که دشمنان الکتریکی همدند، از یکدیگر میشوند؟

بنظر نمیرسد که تاکنون کسی جواب کاملی باین مسئله داده باشدو نظریه هایی که در این خصوص پیشرفت کرده بقدری بغرنج و پیچیده میباشد که از حوصله ی این کتاب خارج است.

اکنون میتوانیم فکرمانرا بجانب امر جالبی که قبلاً ممکن نبود بخاطر ما خطور کند منعطف سازیم. دانستیم که وقتی دو اتم ایدرژن باهم ترکیب شده و يك اتم هلیوم را تشکیل دهند مقداری از جرم بصورت انرژی از بین میرود. خلاصه بهنگام ساختمان اتمهای اترکیب اتمهای سبك برای ساختن اتمهای سنگین تر، ممکن است مقداری انرژی تولید شود.

رادیوم و سایر عناصر رادیو آکتیو برعکس قاعده بالا رفتار میکنند بدین معنی که اینها دائماً در حال درهم شکستن و کاهش وزن هستند و مقدار کمی از این وزن یا جرم بانرژی تبدیل میشود. بنا بر این معلوم میشود که انرژی هم « بطریقه ی افزایش » یعنی بهنگام ساختمان اتمها و هم بهنگام خرد شدن اتمها تولید میشود.

مقدار انرژی که بر اثر استحاله ی ماده بانرژی، بهنگام تشکیل یا درهم شکستن اتمها تولید میشود بستگی بعاملی دارد که دانشمندان فیزیک

۸۸- ایدرژن معمولی دارای يك پروتون و يك الكترون است وای

بعدها در همین کتاب خواهیم دید که بعضی از انواع ایدرژن وجود دارد که در هسته اش يك الی دو نوترون موجود است. مترجم.

هسته‌ای آنرا «ضریب بهم بستگی» (۸۹) مینامند. ضریب بهم بستگی برای هر عنصری حساب شده و در این محاسبات ایدرژن مبنی قرار گرفته است. ضریب ایدرژن صفر است زیرا در هسته‌اش بیش از یک پروتون وجود ندارد و لهذا اصلاً نمیتواند چنین ضریبی داشته باشد. اتمها علاوه بر ضریب بهم بستگی دارای یک انرژی «بهم بند» (۹۰) نیز میباشند. «انرژی بهم بند» مقداری انرژی است که در هر نوع انفجار اتمی تولید و منتشر میشود. باری قلم فرسایی کامل در این قسمت از ممکن است بشدت باعث اغتشاش ذهن شود.

۸۹- Packing Factor ضریبی است که به‌عنوان بهم پیوستگی

پروترونها در هسته‌ی اتمها بستگی دارد. مترجم

۹۰- Binding Energy

فصل ششم

پسر عموهای منی ایزوتوپها

ما تا کنون بیشتر با ساده ترین اتمهای موجود در طبیعت، یعنی با اتمهای ایدرژن و هلیوم سرو کار داشتیم. اتمها هر چه بزرگتر و سنگین تر بشوند پیچیده تر نیز شده و عده ی پروتونها و نوترونها و الکترونها، که در آنها است بیشتر میشود.

اگر تمام عنصرهای ماده را که در حدود ۹۵ عدد میباشند (مواد اساسی کره ای زمین) بترتیب وزن اتمی مرتب کنیم جدولی بنام جدول تناوبی تشکیل میشود. این جدول از سبکترین اتم، یعنی ایدرژن، شروع و بسنگین ترین اتمها که اورانیوم است ختم میشود (۹۱).

۹۱- جدولی که دارای ۹۵ عنصر باشد با اورانیوم ختم نمیشود بلکه به آمریسیم که شماره ی اتمیش ۹۵ است ختم میشود. زیرا اورانیوم، شماره ی اتمی ۹۲، نود و دومین عنصر جدول تناوبی است. برای کسب اطلاع بیشتری بجدول تناوبی در فهرست لغات علمی مندرج در آخر این کتاب مراجعه شود. مترجم

فیزیکی دانایی که در هسته‌ی اتم کار میکنند نیز اتم، را بهمین ترتیب مرتب مینمایند و علاوه بر این دو عدد نیز همراه هر اتم مینویسند. مثلاً بجای اورانیوم مینویسند ${}^{238}\text{U}_{92}$. عدد ۲۳۸ وزن اتمی و عدد ۹۲ شماره‌ی پروتونهای موجود در هسته و در ضمن شماری ترتیب اتم اورانیوم را در جدول تناوبی نشان میدهد. در هسته‌ی اورانیوم ${}^{238}\text{U}_{92}$ نوترون نیز همراه با این ۹۲ پروتون وجود دارد. از جمع ۲۴۶ و ۹۲ عدد ۲۳۸ بدست میآید که همان وزن اتمی میباشد.

مثلاً وزن اتمی کربن ۱۲ است زیرا هسته‌اش دارای ۶ پروتون و ۶ نوترون است. ($12 = 6 + 6$) و بهمین جهت کربون را بصورت ${}^{12}\text{C}_6$ نشان میدهند. در هسته‌ی اتم لیتیوم (${}^{92}\text{Li}_3$) پروتون و ۴ نوترون موجود است. بنابراین وزن اتمی لیتیوم ۷ میباشد و همین طور الی آخر. اگر مطالعات ما در اتم بیش از اینکه فعلاً هست میبود، ملاحظه میکردیم که جدول تناوبی ابدأً باین سادگی که بنظر میرسد نیست. بین عناصر جدول تناوبی، در چندین محل باید اتمهای جدید را جای داد که میتوان آنها را پسر عموی بعضی از اتمهای مندرج در جدول نامید زیرا شباهت آنها بیکدیگر بحدی است که عملاً یکی هستند در صوتیکه واقعاً باهم فرق دارند. مثلاً مادر حقیقت سه نوع اتم ایدرژن داریم. یکنوع همان ایدرژن معمولی است که با آن بالون را پرمیکنیم. این ایدرژن معمولی بتوسط شیمی دانها و فیزیک دانهای ما که در هسته‌ی اتم کار میکنند H^1 نمایش داده شده. نوع دوم ایدرژن با علامت H^2 نشان داده میشود. وزن

۹۲- Lithium سومین اتم در جدول تناوبی است. فلزی است سبک

و قلیائی. مترجم

اتمی ایدرژن معمولی تقریباً يك است در صورتیکه وزن اتمی این نوع ایدرژن ۲ میباشد. وقتی این ایدرژن کشف شد (در اوایل سال ۱۹۳۰) بنام دو تریوم (۹۳) و هسته اش دو ترون (۹۴) نامیده شد. این ایدرژن که به ایدرژن سنگین نیز معروف شده عنصر جدیدی در طبیعت نبود بلکه عنصری تازه کشف شده بود بدین معنی که هر جا ایدرژن سبك معمولی پیدا میشود ایدرژن سنگین هم یافت میشود. در مقابل يك اتم ایدرژن سنگین ۵۰۰۰ اتم ایدرژن معمولی وجود دارد. هر گاه بطریق مخصوص بیشتر اتم های ایدرژن معمولی را از آب (H_2O) خارج کنیم، آبی که باقی میماند سنگین تر از آب معمولی است و آب سنگین نامیده میشود.

نوع سرم ایدرژن نیز یکنوع ایدرژن سنگین است که از دو تریوم هم سنگین تر میباشد و تریوم (۹۵) نامیده شده و اکنون با علامت H^3 نشان داده میشود. در شکل ۲۴ ملاحظه میکنیم که هر سه شکل ایدرژن فقط دارای يك الکترون میباشد که بدور هسته آنها میگردد.

اینگونه اتمها را که فقط در سازمانهای هسته ای باهم اختلاف دارند ایزوتوپ (۹۶) گویند و شباهت آنها بیکدیگر بعدی است که ما میتوانیم آنها را « پسر عموهای اتمی » بنامیم.

بسیاری از عناصر شیمیائی مندرج در جدول تناوبی دارای پسر عموهای اتمی، یعنی دارای ایزوتوپهایی هستند. بعضی از این ایزوتوپها

Deuterium - ۹۳

Deuteron - ۹۴

Tritium - ۹۵

Isotope - ۹۶

بمقادیر بسیار کمی همراه با عنصر معمولی در طبیعت یافت میشوند. بعضی دیگر را مصنوعاً بوسیله‌ی بمباران عناصر عادی در سایکلو ترون (۹۷) یا در پیل‌های اتمی میسازند. در این گونه موارد هسته‌ی اتم‌ها را بزور وادار بتغییراتی می‌کنند که منجر به تولید ایزوتوپ‌ها میگردد و آنوقت چون بدین ترتیب انقلابی در هسته پیدا میشود آنرا مستعد ترکیدن میسازد. بهمین دلیل این هسته‌ها ناپایدارند و برای رفع انقلاب درونی متمایل بایجاد سازمان نوی میباشند (۹۸). مثلاً کربن دارای سه شکل است که دو شکل آن طبیعی و یکی مصنوعی است و در پیل اتمی تهیه میشود. اولین ایزوتوپ کربن که هسته‌اش دارای هفت نوترون است با وجود آنکه یک نوترون بیش از کربن معمولی دارد باز هم از تعادل نسبتاً خوبی بهره‌مند بوده و پایدار می‌باشد. ولی وقتی، بزور تشعشع نیرومند پیل اتمی، یک نوترون دیگر به هسته‌ی همین کربن اضافه شود ناپایدار میشود. به بیان دیگر اتم‌های کربن که بدین ترتیب آسیب میبینند، رادیو آکتیو میشوند. این اتم‌ها در صددند ذراتی را از خود بیرون ریخته و بحال آرامش و آسودگی درآیند.

اختلافی که ایزوتوپ‌ها با عناصر معمولی وابسته به خود دارند فقط منحصر به همان اختلاف وزن اتمی آنها میباشد و بس یعنی خواص شیمیائی و

۹۷- Cyclotron شرح این دستگاه بعداً بتفصیل خواهد آمد. مترجم.

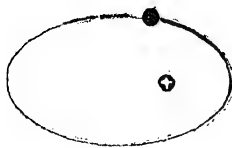
۹۸- چون بنای طبیعت بر پایداری و تعادل است، در هسته‌ی این اتم‌ها

که بدین ترتیب مصنوعاً ناپایدار شده‌اند خود بخود انقلابی پیدا نمیشود و ذرات و اشعه‌ای از آن خارج میگردد تا سازمان جدید و پایداری پدید آید. این ایزوتوپ‌ها که بدین ترتیب دائماً و خود بخود اشعه و ذراتی را خارج می‌کنند ایزوتوپ‌های رادیو آکتیو نامیده میشوند. مترجم

فیزیکی آنها یکسان است و در حقیقت عناصر معمولی بمنزله‌ی برادران مهمتر و اصلی‌تر ایزوتوپهای خود میباشند. مثلاً ما کربنی را که هسته‌اش دارای ۶ نوترون است کربن معمولی مینامیم و اتمهای نود و نه درصد کربن موجود در طبیعت دارای همین اندازه پروتون میباشند. ایزوتوپ طبیعی کربن هرگز بصورت آزاد در طبیعت وجود ندارد و همیشه مخلوط با کربن معمولی است و مقدارش فقط یک درصد کربن معمولی میباشد. هسته‌ی این ایزوتوپ دارای ۶ پروتون و ۷ نوترون است و هرگاه در معرض تشعشع یک پیل اتمی قرار گیرد و در نتیجه یک نوترون دیگر وارد هسته‌اش بشود (بطوریکه ۸ نوترون و فقط ۶ پروتون داشته باشد) حالت عدم تعادلی در هسته ایجاد میشود که خود بخود باعث رادیو آکتیو شدن این عنصر میگردد.

اکنون مدتهاست میدانند میل ترکیبی شیمیائی بین عناصر و ترکیبات مختلفه معمول تبادل الکترونیهای مدارهای خارجی اتمهاست. این الکترونها را الکترونهای ظرفیت مینامند. با آسانی میتوان فهمید چرا ایزوتوپهای یک عنصر از همان خواص شیمیائی عنصر اصلی بهره‌مند هستند. با آنکه اولین ایزوتوپ کربن دارای ۷ نوترون و دومین ایزوتوپ دارای ۸ نوترون و کربن معمولی فقط دارای ۶ نوترون است، تعداد پروتونها و الکترونهای تمام آنها یکسان و مساوی ۶ پروتون و ۶ الکترون است. این مطلب بیان میکند که چرا ایزوتوپها با وجود اختلاف وزن اتمی دارای خواص شیمیائی واحدی هستند. چون نوترونها دارای بار الکتریکی نمیباشند نباید از آنها انتظار داشت که وقتی به هسته‌ی اتمی وارد شدند رابطه یا شماره‌ی پروتونها (+) و الکترونهای (-) آن را

ایزوتوپهای ایدروژن



۱ H
ایدروژن « سبک »
(پروتیم)

پایدار (غیر رادیو آکتیو)
سازمان هسته :

عدد پروتونها	۱
عدد نوترونها	۰
جرم اتمی	۱

شماره ی اتمی
عدد الکترونها
۹۹/۹۸ درصد ایدروژن موجود در طبیعت را تشکیل میدهد.



۲ H
ایدروژن « سنگین »
(دوتریم)

پایدار (غیر رادیو آکتیو)
سازمان هسته :

عدد پروتونها	۱
عدد نوترونها	۱
جرم اتمی	۲

شماره ی اتمی
عدد الکترونها
۰/۶ درصد در طبیعت



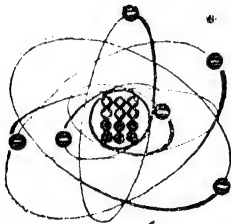
۳ H
ایدروژن « سه وزن »
(تریتم)

ناپایدار (رادیو آکتیو)
سازمان هسته :

عدد پروتونها	۱
عدد نوترونها	۲
جرم اتمی	۳

شماره ی اتمی
عدد الکترونها
مقدار فوق العاده جزئی دارای انرژی کیهان در طبیعت تولید می شود . وقتی آب را به مقدار بسیار بطور مصنوعی به پمپ های سانیکاتورین و پیل اتمی میسانند ، نصف عمر آن ۱۲ سال است

ایزوتوپهای کربن

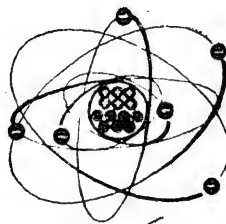


۱۲ کربن
پایدار

سازمان هسته :

عدد پروتونها	۶
عدد نوترونها	۶
جرم اتمی	۱۲

شماره ی اتمی
عدد الکترونها
۹۹ درصد کربن موجود در طبیعت را تشکیل میدهد
زیستون

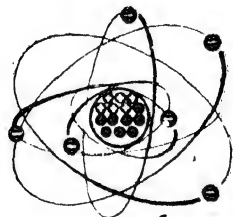


۱۳ کربن
پایدار

سازمان هسته :

عدد پروتونها	۶
عدد نوترونها	۷
جرم اتمی	۱۳

شماره ی اتمی
عدد الکترونها
باقی سه درصد در طبیعت



۱۴ کربن
ناپایدار (رادیو آکتیو)

سازمان هسته :

عدد پروتونها	۶
عدد نوترونها	۸
جرم اتمی	۱۴

شماره ی اتمی
عدد الکترونها
در طبیعت موجود نیست - در پیل اتمی برای کتون های علمی ساخته می شود ، نصف عمر آن دو دهه و ۵۰۰۰ سال است

شکل ۲۴ - (بالا) سازمان اتم ایدروژن و دوایزوتوپ H^1 و H^3 آن
(پایین) سازمان اتم های کربن ۱۲ و ۱۳ و ۱۴

بهم بزنند . ایزوتوپها فقط مربوط به نوترونها هستند .
باستثنای ایزوتوپ های کمی که اکنون مصنوعاً بوسیله ی پیل های اتمی

ساخته میشوند، عده‌ی ایزوتوپ‌های طبیعی در حدود ۲۷۰ و عده‌ی تمام ایزوتوپ‌ها ۶۷۰ میباشد. بعضی عناصر تا ۸ ایزوتوپ و بعضی فقط يك ایزوتوپ دارند. با آنکه عده‌ی ایزوتوپ‌ها بیش از عناصر اصلی مندرج در جدول تناوبی است مقدار نسبی بسیار کمی از ماده‌ی جهان را تشکیل میدهند.

تهیه‌ی ایزوتوپهای مصنوعی رادیوآکتیو، که از متفرعات برنامه‌ی انرژی اتمی است، بوسیله‌ی بمباران بانوترون در پیل اتمی صورت میگیرد و فعلاً یکی از نویدبخش‌ترین کاوش‌ها است (این نوترون‌ها بوسیله‌ی هسته‌ی اتم‌هایی که در معرض بمباران قرار گرفته‌اند گرفتار و سایر نوترون‌های هسته اضافه میشوند). این گونه مواد رادیوآکتیو هالیم امروزه در کاوش‌های پزشکی و حتی در معالجه‌ی بعضی از امراض بکار میروند. اهمیت این مواد، که بعنوان يك ابراز تحقیق در پزشکی بکار میروند، بسیار زیاد است زیرا محل و خط سیر آنها را در بدن انسان میتوان پیدا کرد.

بعلمی که در اینجا نیازی به بحث در آن نیست، فیزیکدانانیکه در هسته‌ی اتم کار میکنند ارزش رادیوآکتیویته‌ی ایزوتوپ‌ها را (همه‌ی ایزوتوپ‌ها رادیوآکتیو نیستند) بر حسب «نصف عمر» بیان میکنند. «نصف عمر» مدتی است که طول میکشد تا نصف يك ماده‌ی رادیوآکتیو تجزیه و تبدیل شود (۹۹). نصف عمر مواد مختلف رادیوآکتیو بمدتی کمتر از میایونیم

۹۹- نصف عمر Half - Life يك ماده‌ی رادیوآکتیو ربطی بمقدار

آن ندارد یعنی مدتی که طول میکشد تا نصف يك گرم رادیوم تجزیه شود برای يك کیلو گرم رادیوم هم، همیشه قدر است. نصف عمر رادیوم تقریباً ۱۶۰۰ سال است یعنی يك قطعه رادیوم پس از هر ۱۶۰۰ سال نصف میشود. مترجم

ثانیه الی میلیونها سال ممکن است برسد ، شاید مثال زیر معنی « نصف عمر » را روشن تر سازد . قطعه یخی را تصور کنیم که هر روز نصف آن ذوب شود . پس روز اول نصف آن ذوب شده و نصف دیگر باقی میماند . روز دوم نصف آنچه که مانده ذوب میشود و نصف دیگر باقی میماند یعنی در حقیقت مقدار یخی که روز دوم باقی مانده ربع قطعه یخ اولی است . روز سوم نصف آن ذوب میشود وقتی علیهذا پس قطعه یخ مزبور هر روز نصف روز قبل میشود و در این صورت میتوان گفت که نصف عمر این قطعه یخ يك روز است .

فصل هفتم

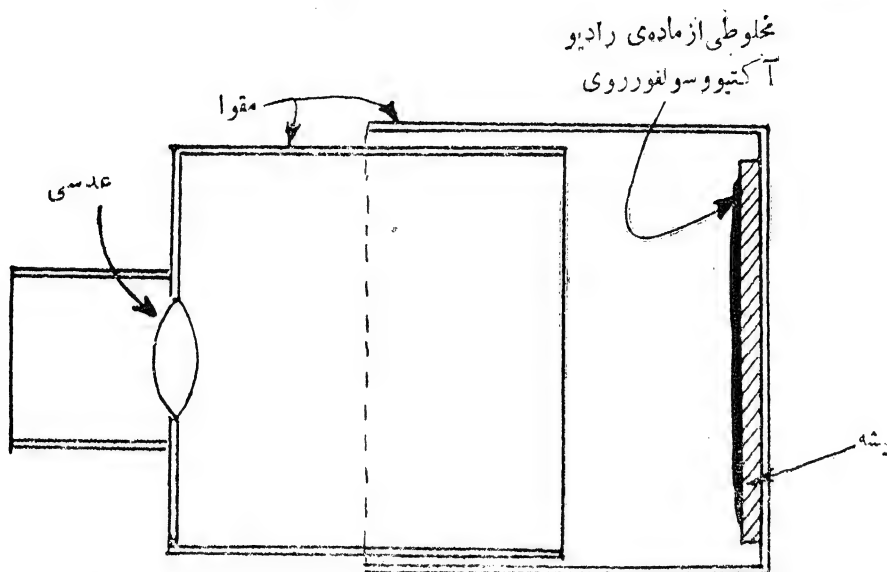
تماشای کلوله ها انفجارهای اتمی

هر کس که تازه دست بکاوش های اتمی زده است میتواند یکی از
سحرانگیزترین دستگاه های اتمی را بقمیتی ناچیز یا حتی بمفت بسازد و
با آن آثار خیره کننده ای انفجار اتم ها را بچشم ببیند .

ایندستگاه پیتتاریسکوپ (۱۰۰) نام دارد و بسال ۱۹۰۳ بدست
سرویلیام کروکس اختراع شده است و اغلب مواد اولیه ی ساده ای که در
ساختمان آن بکار میرود درخانه پیدا میشود .

نخست باید ، همانطور که در شکل ۲۵ نموده شده ، دورینی بشکل
یک جعبه ی مقوایی بسازیم . این دورین باید از مقوای نسبتاً کلفتی تهیه شود
و در محل هایی که میخوایم مقوارا تا کنیم باید اول با چاقوی تیزی خط بکشیم .
برای محکم کاری گوشه ها و محل های اتصال روی آنها نوار چسب کاغذی
میچسبانیم و بالاخره داخل جعبه را با کاغذ سیاه مات میپوشانیم و باین ترتیب

کار ساخته مان جعبه تمام میشود. اکنون میان یکی از دیوارهای جعبه سوراخی درست میکنیم و یک ذره بین کوچک (محدب الطرفین) را بوسیله چسبی که مخصوص این قبیل کارهاست در آن سوراخ کار میگذاریم (۱۰۱)



شکل ۲۵ - تصویر یک سیمتاریسکوپ ساده‌ی دست ساز. شیشه‌ای که در طرف راست این شکل در ته قوطی مقوائی چسبیده از مخلوط یک ماده‌ی رادیو آکتیو و سولفور روی پوشیده شده و وقتی از طرف دیگر قوطی یعنی از پشت عدسی بآن نگاه کنیم نقاطی را می‌بینیم که مثل چشمک زدن ستارگان برق برق میزنند. این کیفیت در اثر انفجار اتمهای ماده‌ی رادیو آکتیو بظهور میرسد.

۱۰۱ - اگر بچسب مخصوص دسترسی نباشد میتوان بدین طریق عمل کرد. دیواره‌ای که محل نصب عدسی است از دو ورقه‌ی مقوا اختیار کرده و سوراخیکه کوچکتر از عدسی باشد در میان آن باز میکنیم. بعد عدسیرا بین دو ورقه‌ی مقوا در مقابل سوراخ قرار داده و دو ورقه‌ی مقوا را در اطراف سوراخ (که عدسی را احاطه کرده) بهم میدوزیم بطوریکه عدسی در جای خود ثابت بماند. حال لبه‌های دیواره‌ی مقوائی را دور تا دور بهم میدوزیم و با بانوار چسب کاغذی می‌چسبانیم تا بصورت ورقه‌ی واحدی در آید. مترجم

اندازه‌ی این عدسی و قدرت آن در کار دستگاه تأثیر زیادی ندارد و همین قدر که دستگاه قابل‌میران کردن باشد (۱۰۲) برای ما کفایت میکند.

وقتی اتمهای مواد رادیو آکتیو در مقابل بعضی از ترکیبات شیمیایی منفجر بشوند کیفیت بظهور میرسد که به فسفر سانس مشهور است. فسفر سانس در واقع عبارت از نورهایی است که به‌هنگام بمباران این ترکیبات (بوسیله‌ی ذراتیکه از تجزیه و تحلیل مواد رادیو آکتیو بدست می‌آید) تولید میشود.

هرگاه محل آزمایش را کاملاً تاریک کنیم نتایج حیرت‌انگیز انفجارهای اتمی را در تاریکی بوضوح میتوان دید.

ماده‌ی رادیو آکتیوی که برای گذاشتن در دستگاه سپینتاریسکوپ لازم است با سانی و ارزانی تهیه میشود. اگر یک ساعت شب‌نمای خراب و غیر قابل استفاده در منزل داشته باشیم مقدار ماده‌ی رادیو آکتیوی که از آن بدست می‌آید برای ساختن چندین سپینتاریسکوپ کافی است و هر کدام از اینها هزاران سال بیش از سازنده عمر میکنند (۱۰۳).

اگر بین اثاثیه‌ی اسقاطی منزل یک ساعت شب‌نما پیدا نشود میتوان یک ساعت شب‌نمای مستعمل را از مغازه‌هاییکه اجناس مستعمل می‌فروشند بقیمت نیم دلار یا کمی بیشتر خرید.

۱۰۲ و این منظور بوسیله‌ی جلو و عقب بردن جعبه‌ی حامل عدسی در جعبه‌ی مقوائی دیگری که کمی از آن بزرگتر است تأمین میشود (شکل ۲۵) مترجم.

۱۰۳ - نمره‌های ساعت‌های شب‌نما با خمیری ساخته میشوند که مخلوطی است از یک ماده‌ی رادیو آکتیو (مثل برمور رادیوم) و سولفور روی. مقدار ماده‌ی رادیو آکتیوی که بکار رفته بی نهایت کم است و در عین حال هزاران سال دوام دارد. مترجم.

بهر حال، صفحه‌ی ساعت را برهیداریم و رنگ رادیو آکتیوی که روی نمره‌های آن زده شده از روی یکی یا دو نمره با چاقو و میتراشیم و روی یک قطعه شیشه‌ی تمیز میریزیم. بعد یک گرم گرد «سولفور روی» (سولفور دوزنک) را که ماده‌ای «فسفرسان» (۱۰۴) است و مقادیر جزئی آن را از هر داروخانه‌ای میتوان خرید بآن اضافه می‌کنیم و باتیغی‌ی پاکیزه‌ی چاقو این دو گرد را بهم می‌آمیزیم و با پهنای تیغی چاقو باین مخلوط فشار می‌آوریم تا نرم‌تر شود. این عمل سبب میشود که ذرات ماده‌ی رادیو آکتیو که از صفحه‌ی ساعت کنده‌ایم ریزتر و با سولفور روی بخوبی مخلوط شود.

سپس یک قطعه‌ی کوچک شیشه را که بشود درجه‌ی مقوائی کار گذاشت میبریم. اگر اسباب شیشه‌بری نداشته باشیم میتوانیم از یک تکه شیشه شکسته‌ی لبه تیز بجای اسباب شیشه‌بری استفاده کنیم. شیشه را برای آن بکار میبریم که گرد رادیو آکتیو و سولفور روی را روی آن بمالیم. برای اینکار نخست سطح شیشه را از یک طبقه‌ی نازک لعاب یا لاک مخصوصی میپوشانیم و شیشه را بوضع افقی نگاه میداریم و همینکه لعاب در هوا کمی غلیظ و چسبنده شد مخلوط را روی آن میپاشیم. (لعاب نشاسته یا چسب معمولی را که لوازم التحریر فروشها دارند میتوان بعنوان لعاب مخصوص در اینجا بکار برد. مترجم)

بعنوان احتیاط، بهتر است از دست زدن بماده‌ی رادیو آکتیوی که از صفحه ساعت تراشیده‌ایم خودداری کنیم و نگذاریم در هیچ نقطه با پوست

۱۰۴ - مواد فسفرسان موادی هستند که خاصیت فسفر سانس داشته باشند یعنی در اثر تابش ذرات مواد رادیو آکتیو تولید نور مرئی بکنند.

مترجم.



شکل ۴۶ - سپینتاریسکوپ کامل دست‌ساز که نقشی آن در شکل ۲۵ نشان داده شده است

بدن ما تماس حاصل کند. برای آنکه مخلوط روی لعاب چسبناک بطور یکنواخت توزیع شود آنرا باقطعه پارچه‌ی نازکی (گاز) که بالای سطح لعاب زده‌ی شیشه نگاهداشته‌ایم الک می‌کنیم تا همه جا به بهترین وجهی که ممکن است بطور یکنواخت بنشینند و سپس لعاب را می‌گذاریم خشک شود.

برای احتیاط بیشتری باید پس از خاتمه کار دستهای خود را با

صابون و برس (ماهوت پاك‌های مخصوص شستشوی بدن در حمام) بشوئیم. سپس قطعه‌ی شیشه‌ای را که بدین ترتیب تهیه کردیم ته قوطی مقوایی می‌چسبانیم بطوریکه طرفی از آن که از ماده رادیو آکتیو و سولفور روی پوشیده شده مقابل ذره بین قرار گیرد. برای چسباندن شیشه به ته قوطی از همان چسب مخصوص استفاده می‌کنیم (۱۰۵)

دور ذره بین يك لوله چوبی یا مقوایی برای جای چشم می‌گذاریم که وقتی نگاه می‌کنیم حتی المقدور نوری از خارج وارد چشم نشود زیرا نتایج انفجارهای اتمی در تاریکی کامل بهترین وجه دیده میشود.

برای اینکه این آتش بازیهای اتمی را بتوانیم مشاهده کنیم باید قبلاً چشم خود را نیز میزان کنیم یعنی بتاریکی عادت بدهیم. بنا بر این نباید خیلی عجله بخرج داد چون ممکن است یک دقیقه یا بیشتر طول بکشد تا مردمك چشم بتاریکی عادت کند و درخشندگی پر نوری که مانند چشمك زدن ستارگان است دیده شود. در این آزمایش ماده جلوی چشمان خود ما منفجر میشود و این انفجارها هزاران سال ادامه دارد. عجیب تر آنکه ما برای جلوگیری از این انفجارها هیچ کاری نمیتوانیم بکنیم. حتی اگر ما دستگاه سپینتاریسکوپ کوچک خود را توی کوره هم بیاندازیم و در آتش کاملاً بسوزانیم اتمهای ماده رادیو آکتیو که از دستگاه جدا میشوند

۱۰۵ - این چسب که يك بار دیگر هم ذکر شد چسبی است که برای

چسباندن قطعات چوب-شیشه-پلاستیک-مرمر، بکار میرود و در لوله‌هایی مثل خمیر دندان بفروش میرسد. بایران هم وارد شده است قیمت آن زیاد هم گران نباید باشد. اگر این چسب را نشود تهیه کرد میتوان در این مورد بخصوص از قیر استفاده کرد. مترجم.

باز هم با انفجار خود ادامه خواهند داد مثل آنکه اصلا هیچ امری اتفاق نیافتاده است .

آنچه مادر اینجامی بینیم آثاری است که از متلاشی شدن، یعنی تجزیه شدن اتمهای رادیوم، حاصل میشود و قرنهای بیشماری (۱۰۶) ادامه دارد تا رادیوم تبدیل بسرب که فلزی پایدار است بشود . این تکه‌های کوچک رادیوم که امروز اسباب سرگرمی ما است روزگاری ، یعنی چند میلیون سال پیش ، اورانیوم بوده است ! اورانیوم نیز مانند رادیوم دارای اتمهای قابل انفجاری است که تبدیل با اتمهای سبکتری میشوند . این تجزیه و تحلیل باین سادگی هانیست زیرا اورانیوم باید از یک سلسله حالات واسطه‌ای بگذرد تا تبدیل به رادیوم بشود . این کیفیت عبارت از استحالهی (تبدیل یک عنصر دیگر) کند و خود بخودی است که بدست طبیعت برقرار شده و فقط طبیعت میتواند آنرا متوقف سازد .

اگر یک قاشق چای خوری رادیوم تازه (معمولا بصورت کلرور یا برمور رادیوم) داشته باشیم ثانیه‌ای پنجاه و دو میلیارد (۵۲/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰) اتم رادیوم متلاشی میشود و ای با وجود این اتمها بقدری کوچکند که ۱۶۰۰ سال طول میکشد تا نصف اتمها منفجر شوند . وزن جسم مورد آزمایش تأثیری در این موضوع ندارد یعنی عمر یک ده میلیونیم گرم که ما از صفحه‌ی ساعت میترایشیم با عمر چندین کیلو گرم آن برابر است .

۱۰۶- پس از شانزده قرن نصف یک قطعه‌ی رادیوم (پس از طی یک سلسله تحولات) تبدیل بسرب میشود . شانزده قرن دیگر طول میکشد تا نصف قسمتی که باقیمانده تبدیل بسرب شود و همینطور الی آخر یعنی پس از هر ۱۶ قرنی نصف رادیوم منفجر میشود و باین ترتیب این عمل پایان ندارد .

مترجم

حال بینیم درخشندگی های کوچک و بیشماری که در تاریکی سیپیتاریسکوپ می بینیم معلول چیست . چنانکه میدانیم اتم های رادیوم خود بخود از هم میپاشند و الکترونهای آزاد (این الکترونها که از رادیوم بیرون میآیند اشعه ی بتا نامیده میشوند) ، اتمهای هلیوم (107) (که ذرات آلفا نامیده میشوند) و اشعه X که (در این مورد) اشعه ی گاما نامیده میشوند از خود خارج میسازند همین ذرات آلفا یعنی اتمهای هلیوم، باعث میشوند که سولفور روی فسفرسان شده و نور مرئی بیرون بدهد . ذرات آلفا با سرعتی در حدود 12000 میل (19000 کیلومتر تقریباً) در ثانیه حرکت میکنند و یک میلیگرم رادیوم در حدود 126 ملیون ذره ی آلفا در ثانیه بیرون میدهد .

برای آنکه آزمایش بوجه بهتری انجام شود باید قبل از نگاه کردن توی جعبه ی سحر انگیز ، تقریباً مدت پنج دقیقه در اطاق تاریکی بمانیم تا مردمک چشم ما برای دیدن آماده شود .

۱۰۷- منظور مؤلف از اتمهای هلیوم ، اتمهای هلیومی است که الکترونهای خود را از دست داده باشند و در حقیقت فقط هسته ی اتم هلیوم باقی مانده باشد . این اتمهای هلیوم که الکترونهای خود را از دست داده اند هلیون Helion نامیده میشوند . هلیونها همان ذراتی هستند که اشعه ی آلفا را میسازند . مترجم .

فصل هشتم

معجزه در یک شصت و شش

اتم‌ها، نیز مانند ذرات مشکله‌ی خود، هرگز دیده نشده‌اند و محققاً احتمال اینکه روزی در تیررس چشم ماقرار گیرند بسیار کم است. بهمین دلیل بسیاری از دانش آموزان که تازه بمطالعه‌ی اتم شروع کرده‌اند تعجب میکنند که ماچطور و از کجا این همه مطلب را درباره چیزهایی که اینقدر کوچک و نامرئی هستند میدانیم.

این علم بمروور زمان، طی شصت سال گذشته، بابکار بردن مدبرانه‌ترین وسائلی که تا کنون بدست بشر تهیه شده است برای ما حاصل شده. عده کمی از این وسایل شگفت‌انگیز بقدری ساده‌اند که میتوانیم آنها را بادست در خانه‌ی خود تهیه کنیم. «اطاق ابری» عجیب ویلسون (۱۰۸) خیلی چیزها درباره‌ی ماهیت ذرات اصلی بدانشمندان اتمی ما آموخته است. این دستگاه همراه با کنتور گایگر (۱۰۹) و سایکلوترون (۱۱۰) و الکتريسته نمايکي

Wilson - ۱۰۸

۱۰۹ - Gelger. طرز عمل و فایده‌ای این دستگاه را در فصل بعد

مشروحاً میبینیم. نام این دستگاه مربوط بمخترع آن هانس گایگر دانشمند

آلمانی است که از ۱۸۸۲ تا ۱۹۴۵ میزیسته. مترجم ←

از وسایل اساسی و مهم در جنگ با اتمها بوده است.

اگر قدرت بینائی ما بحد کفایت زیاد بود ما خود را در دنیای شلوغ و هرج مرجی (از لحاظ اتمی) میدیدیم که از همه طرف، حتی از آسمان، ذرات اصلی بسرو روی ما میبارد و بعضی از این ذرات دارای سرعتی برابر با هزاران میل در ثانیه میباشند. ذرات اشعه‌ی مرموز «کیهانی» (۱۱۱) که از فضای دور دست میآیند ما را دائماً بمباران میکنند. در سنگهای معدنی که حاوی مواد رادیواکتیو هستند و ظاهر آرام بنظر میرسند دائماً انفجارهای اتمی صورت میگیرد و از صفحه‌ی درخشان ساعت‌های شب‌نما نیز ذراتی دائماً خارج و منتشر میشود.

در برخی شرایط بسیار مخصوص میتوان حرکت و سیر این ذرات را مشاهده کرد. این آزمایش با اسبابیکه چند سال پیش بتوسط پروفیسور چ. ت. ر. ویلسون^(۱۱۲) دانشمندان اسکاتلندی، اختراع شد بعمل میآید. در این دستگاه الکترونها و سایر ذرات مشکله‌ی اتمها را در حال حرکت میتوان دید.

--- ۱۱۰ - Cyclotron دستگاهی است که بوسیله آن بالکترون، پروتون یا ذرات آلفا سرعت فوق العاده زیاد داده و برای بمبارانهای اتمی از آن استفاده میکنند. شرح آنرا بعداً خواهیم دید. مترجم

۱۱۱ - Cosmic Rays اشعه‌ای است که از فضای خارج جو زمین وارد جو شده بزمین می‌تابند. این اشعه که حامل مقادیر معتناهی انرژی هستند میتوانند تقریباً بتمام مواد نفوذ کنند. مبدا این اشعه بدرستی شناخته نشده و دانشمندان معتقدند که قسمت اعظم اشعه‌ی کیهانی اولیه از پروتون است بعد در اثر برخورد این پروتونها با ذرات هوا هسته اتمهای هوا شکسته شده و ذرات دیگری بوجود میآیند که اشعه کیهانی ثانویه نامیده می‌شوند و بهمین طریق اشعه‌ی کیهانی درجه سوم و چهارم هم تولید میشوند.

«اطاقهای ابری ویلسون» که مخصوص آزمایشگاهها است هنوز هم در کاوشهای اتمی موارد استعمال فراوان دارد و بسیار گران و دارای ساختمان بسیار پیچیده ای میباشد. برای کار کردن با این دستگاهها باید چندماه تعلیم گرفت. ولی ما بامواد ساده ای میتوانیم دستگاهی شبیه باطاق ابری ویلسون بسازیم که مسیر ذرات کوچک نورانی را که مانند رشته های بسیار نازک و ظریف برق هستند و در اثر عبور ذرات مشکله ای اتم از جو (هوای) مخصوصی تولید میشوند به بینیم و در این خصوص باید از فیزیکدانهای که در «آزمایشگاه ملی بروک هیون»^(۱۸۳) کار میکنند تشکر کنیم.

قبلاً گفته شده که ذرات مشکله ای اتم دارای پاره ای خواص الکتریکی هستند بدین معنی که از لحاظ الکتریکی مثبت، منفی یا خنثی میباشد. هرگاه یک نوع جو (هوای) بخصوص را مصنوعاً درون يك شیشه ترشی خالی ایجاد کنیم، این ذرات بهنگام عبور از این جو بخصوص يك قسم تراکمی (شیشه به مه) بدنبال خود تولید میکنند و این امر با سرعت ذرات مزبور ارتباطی ندارد. (۱۱۴)

اگر این جو را بانور شدیدی بطرز صحیح روشن کنیم رشته های

۱۱۲- Charles Thomson Rees Wilson فیزیکدان انگلیسی

متولد ۱۸۶۹. برنده جایزه نوبل سال ۱۹۲۷ برای اختراع «طاق ابری» که شرح آن در این فصل ذکر میشود. مترجم

۱۱۳- Brookhaven National Laboratory آزمایشگاه

تحقیقات اتمی است که در بروک هیون واقع در جنوب شرقی نیویورک قرار دارد. مترجم

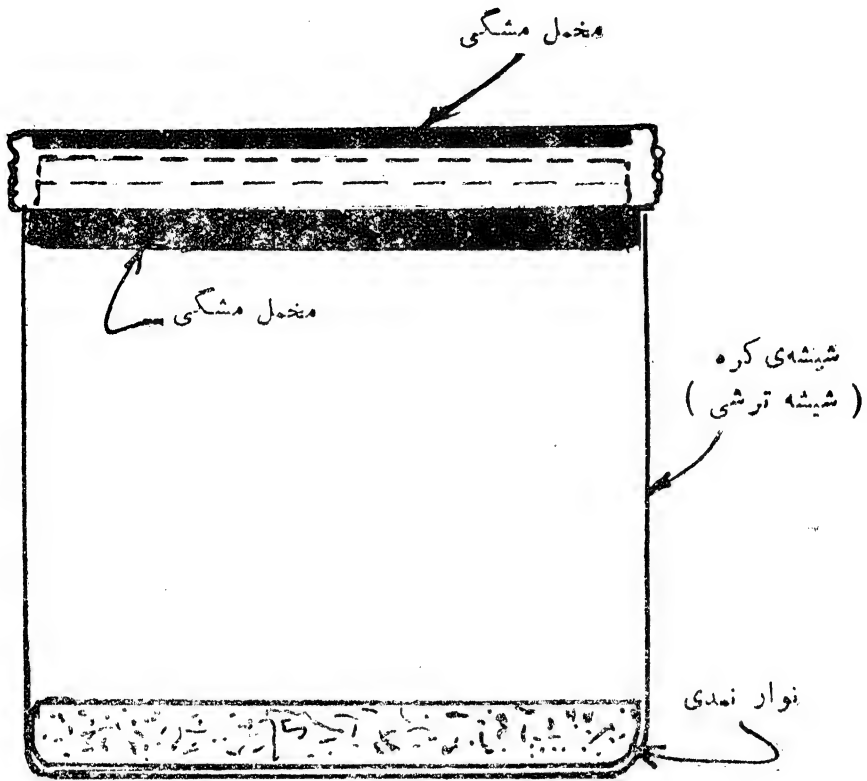
۱۱۴- منظور از شیشه ترشی يك شیشه ی دهان گشاد است، البته باید

شیشه بیرنگ باشد. مترجم

نازك مه را كه بدنبال ذرات متحرك باقى ميمانند ميتوانيم به بينيم .

اگر بباریدن باران بسطح زمين توجه كنيم شايد اين موضوع را بهتر بتوان فهميد. هر قطره باران نيز عبارت از مقدارى بخار آبست كه بدور ذره الكترىسيته دارى در فضا (كه البته نه اتم و نه از ذرات اصلى است) تراكم پيدا کرده و بالاخره تشكيل قطره اى را ميدهد كه آن ذره الكترىسيته دار بعنوان هسته (مرکز) اش ميباشد و همين امر، كه علت پيدا شدن باران است، توليد باران مصنوعى را امكان پذير ساخته بدین معنى كه يك ذره الكترىسيته دار باشباع شدن بخار آب كمك کرده باعث تراكم بخار و تبديل آن به مه و سپس بباران ميشود .

برای ساختن اطاق ابرى نخست يك شیشه ی دهان گشاد كه در حدود نیم لیتر گنجایش داشته باشد احتیاج داریم. این شیشه باید در پیچی فلزی و يك نوع بند و بستى داشته باشد كه محكم بسته شود. اگر شیشه دارای بند و بست مخصوصى نباشد، يك قطعه بشکل دایره باندازه ی در فلزی شیشه از لاستيك توئى اتو بوس میبریم و توى در فلزی شیشه میاندازیم (بشکل ۲۷)، بعد روی این قرص لاستيكی يك قطعه مخمل مشكى میچسانیم كه قطرش كمی كمتر از قطر دایره لاستيك باشد بطوریکه وقتی در شیشه را میبندیم مانع اتصال لاستيك بلبه ی شیشه نشود. فایده ی قرص مخملی مشكى فقط اینست كه ما بهتر ميتوانیم داخل شیشه را به بینیم زیرا رد پای ذرات اصلى اتم مقابل يك زمینه ی سیاه بهتر دیده ميشود. برای تكمیل ساختمان اطاق عجائب اتمی خود يك یاد و فوت (۱۱۵) نوار نمى معمولی، كه برای گرفتن درز پنجره ها



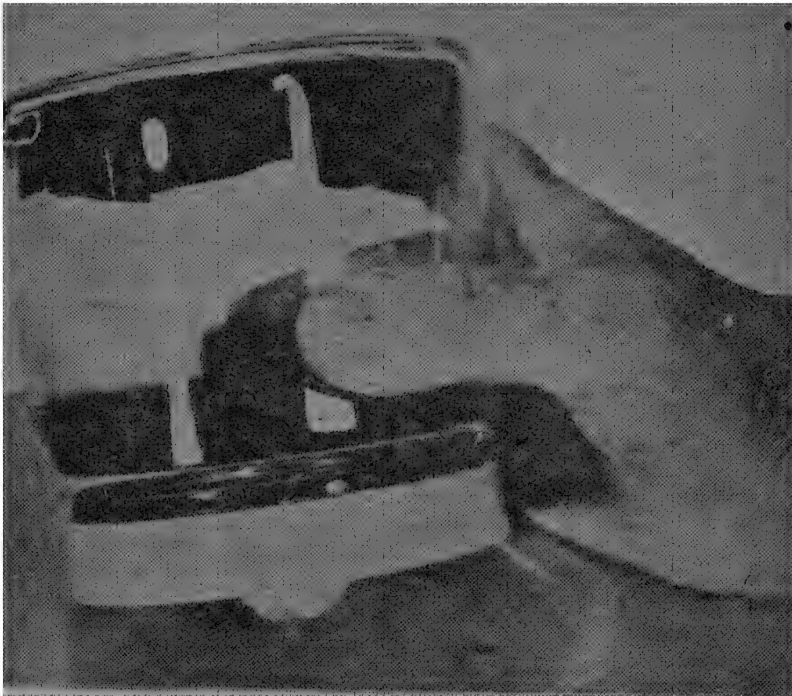
شکل ۴۷ - جزئیات ساختمان ساده‌ی يك اطاق ابری ویلسون که در آن مسیر حرکت ذرات اتمی و اشعه‌ی کیهانی را میتوان دید .

درخانه مصرف میشود ، نیز احتیاج داریم و آنرا میتوان از یکی از این مغازه‌های «پنج سنتی و ده سنتی» (۱۱۶) تهیه کرد . يك قطعه از این نوار نمدی را دور تا دور دهانه‌ی شیشه و يك قطعه‌ی دیگر را ته شیشه دور تا دیواره از داخل

۱۱۶ - 5 and 10-cent store - مغازه‌هایی در آمریکا هستند که

بسیاری از اشیاء خود را به قیمت ۵ تا ۱۰ سنت می‌فروشند (هر دلار صد سنت است) و به هر گرفته تمام اجناس اینگونه مغازه‌ها ارزان است . میتوان این گونه مغازه‌ها را بفروشنده‌های خودمان که می‌گویند «هرچه میخواهی به ۱۰ ریال» تشبیه کرد . مترجم

هیچسببانییم . برای این منظور میتوان از همان چسب مخصوص استفاده کرد .



شکل ۴۸ - اطاق ابری کامل ویلسون در يك شیشه .

چیزهای دیگری که احتیاج داریم عبارتند از يك قوطی حلبی که قدری گشادتر از بدنه‌ی شیشه باشد ، قدری الکل متیلیک (۱۱۷) ، يك بسته پنبه و قدری گاز کربونیک منجمد که نام تجاریتش « یخ خشک » میباشد و میتوان

۱۱۷- این الکل سبکتر از الکل معمولی است و زودتر از آن بخار

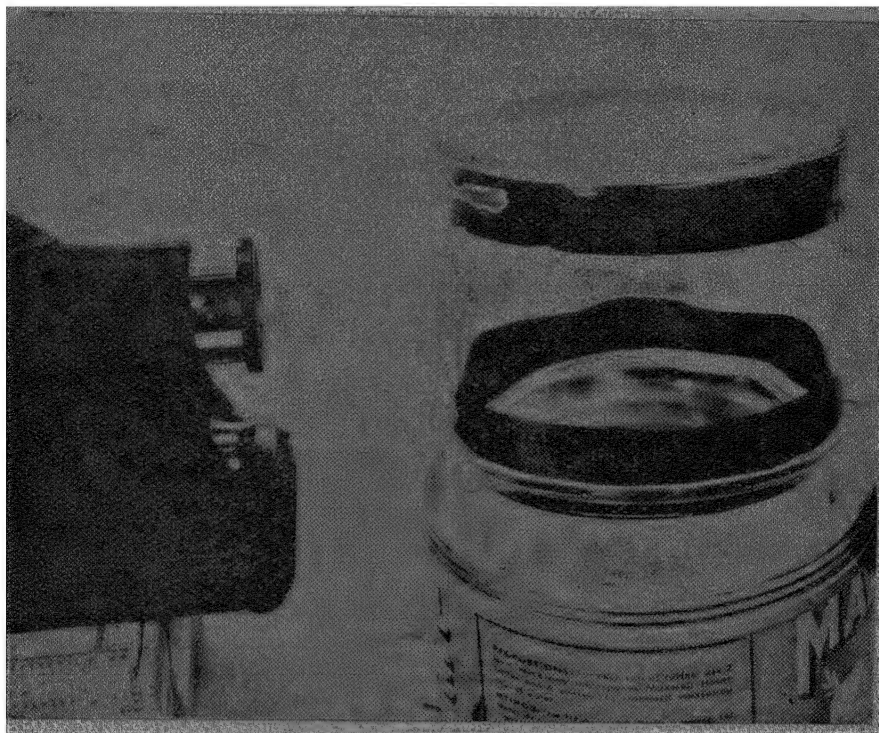
میشود . جسمى است سمى و در صنعت بکار لاک الکل سازی میخورد . مترجم

آنرا از بستنی فروشهای بزرگ خرید (۱۱۸) همچنین بیک نورافکن قوی نیز احتیاج داریم و بجای آن ممکن است از دستگاه سینمای خانگی یا از پروژکتور استفاده کرد (البته مقصود فقط روشن کردن داخل اتاق ویلسون است). • بهر حال نورافکن را در يك اتاق تاریک نزدیک بشیشه نگاه داشته و قبل از شروع آزمایش عملیات زیر را انجام میدهیم :

ابتدا آنقدر الکل در شیشه میریزم تا نمیدیکه ته شیشه، دور تادور دیواره از داخل، چسبانیده بودیم کاملاً اشباع و خیس شود و قدری هم الکل ته شیشه جمع شود (تقریباً باز ارتفاع ۳ میلیمتر ته شیشه بایستد). سپس در شیشه را که در داخل از مخمل مشکی پوشیده شده (همان طور که قبلاً شرح دادیم) خوب میبندیم و شیشه را واژگون میکنیم تا زیادی الکل که ته آن جمع شده بود، بخوردنوار نمیدیکه دور تادور دهانه‌ی شیشه از داخل چسبانده ایم برود. اکنون دیواره و ته قوطی حلبی را از داخل از يك ورقه‌ی نازک پنبه میپوشانیم و قطعه‌ای یخ خشک را در آن میگذاریم بطوریکه تا نزدیکی دهانه‌ی قوطی برسد و آنگاه شیشه را همانطور که واژگون نگاه داشته ایم روی یخ خشک قرار میدهیم حال اگر منبع نور را بشیشه نزدیک کرده (البته آزمایش باید در اتاقی کاملاً تاریک بعمل آید). و با دقت نگاه کنیم پس از کمی

۱۱۸- یخ خشک (Dry Ice) انیدرید کربونیک منجمد شده است.

درجه‌ی سرمای آن ۷۸٫۵ درجه زیر صفر می باشد. جسمی است جامد و سفید رنگ که وقتی در هوای معمولی قرار گیرد آهسته آهسته از حالت جامد بدون مایع شدن یکمرتبه بصورت بخار گاز کربونیک درآمده و هوای اطراف را فوق العاده سرد میکند. یخ خشک را در اروپا و بخصوص در آمریکا بآسانی از مغازه‌های بزرگ بستنی سازی و حتی سایر مغازه‌ها در جعبه‌هایی میتوان خرید. در ایران تصور نمیرود اصلاً وجود داشته باشد. مترجم



شکل ۴۹ - طرز قرار گرفتن اطاق ابری ویلسون روی يك قطعه گاز
کربونيك منجمد و در مقابل منع نور برای شروع آزمایش :

مراقبت منظره ای را می بینیم که از شادی و تعجب بخود میل رزیم . این منظره عبارت از يك رشته ی نازك نورانی است که يك ذره ی اتمی الکتریسیته دار ، هنگام عبور از بخار الکل درون شیشه ، بدنبال خود باقی گذاشته است . فضای درون شیشه از الکل اشباع شده یعنی بقدری الکل در فضای شیشه وجود دارد که دیگر بیش از آن ممکن نیست . در این فضا ملکو لهای الکل بقدری فراوانند که بدنبال بهانه و موقعیتی میگردند که متراکم شوند ، یعنی با هم بهم نزدیکتر شده و حالت مه را پیدا کنند . ولی این عمل بدون محرك صورت نمیگیرد و این تحریک بواسطه ی عبور يك ذره ی اتمی الکتریسیته دار بعمل میآید یعنی در

اثر عبور این ذره‌ی اتمی، ملکولهای الکحل که در اطراف مسیر آن واقع شده‌اند بحالت تراکم در آمده و رشته‌ی نازکی که به چشم مامیرسد در حقیقت همان ملکولهای الکحل متراکم شده در اطراف مسیر ذره‌ی اتمی الکتریسیته‌دار است و ما خود آن ذره‌ی اتمی را نمی‌بینیم.

اما این سؤال برای ما باقی میماند که با وجود آنکه اطاق شیشه‌ای عجیب ما کاملاً مسدود می‌باشد، این ذرات الکتریسیته‌دار چگونه وارد آن شده‌اند؟ این سؤال شبیه بآنست که ما پیرسیم هوا چطور از يك غربال عبور میکند. فاصله‌ی بین اتم‌ها و ملکولهای شیشه نسبت بزرگی اتم‌ها و ملکولهای مزبور بقدری زیاد است که ذرات ریزیکه اشعه‌ی کیهانی را تشکیل میدهند بآسانی میتوانند از خلال ملکولها و اتم‌های شیشه عبور کرده وارد ظرف شیشه‌ای شوند. باین ترتیب ذرات اشعه‌ی کیهانی که دائماً سطح زمین را بمباران میکنند وارد اطاق ابری ساده‌ی ما میشوند و ما بتوسط تراکمی که در ملکولهای الکحل ایجاد میکنند بوجود آنها پی می‌بریم.

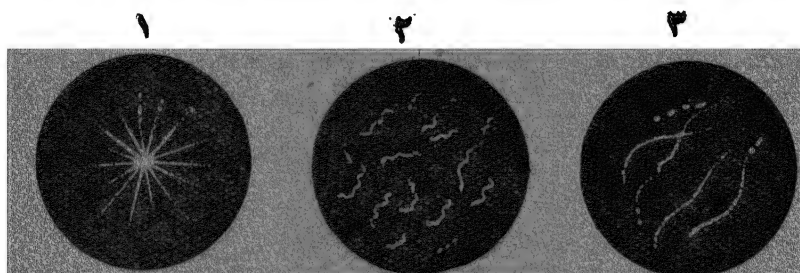
منظور از تولید سرما بوسیله‌ی یخ خشك آنستکه بخار الکحل را خیلی نزدیک بحالت تراکم سازیم یعنی آنرا بقدری بحال تراکم نزدیک کنیم که عبور يك ذره‌ی كوچك الکتریسیته‌دار عمل تراکم را کامل کند. همه‌ی بچه‌های باهوش میدانند که باین آوردن درجه‌ی حرارت موجب تراکم بخار آب میشود و بهمین دلیل است که زمستانها وقتی در آشپزخانه غذا می‌پزند پشت شیشه‌ی پنجره‌ها عرق مینشینند.

کسانیکه سنگ‌های آسمانی یعنی شهاب (۱۱۹) را دیده باشند وقتی عبور

۱۱۹- نقطه‌های نورانی متحرکی که شب در آسمان بنظر میرسند و

مانند فشفشه بعد از بمودن مسافت کوتاهی خاموش میشوند. قدیمها آنها

ذرات اشعه‌ی کیهانی را در جعبه‌ی سحر آمیز اطاق ابری که ما ساخته ایم مشاهده کنند بیاد شهاب میافتند. فیزیکدانهاییکه در هسته‌ی اتم کار میکنند بخار متراکم شده‌ی الکل را که در اثر عبور هر ذره‌ی اشعه‌ی کیهانی بدنبال آن ملاحظه میشود «ردپا» گویند. اگر از نزدیک مراقب اطاق سحر انگیز خود باشیم ملاحظه خواهیم کرد که این ردپاها بطور منظم تقریباً ثانیه‌ای یک بار بظهور میرسند. بعضی از آن ذرات باچنان سرعت و قدرتی حرکت میکنند که ۲۰ میل (۳۲ کیلومتر) در عمق زمین فرو میروند تا بایستند.



شکل ۳۰ - ذرات اصلی و اشعه کیهانی بدین شکل در اطاق ابری ویلسون ظاهر میشوند: (۱) ذرات آلفا (۲) اشعه‌ی گاما. (۳) ذرات بتا

اطاق ابری ویلسون، دانشمندان اتمی ما را بکشف چیزهای بسیاری درباره اشعه‌ی کیهانی و انواع مختلف ذرات اصلی اتم موفق ساخته است. یکی از این چیزها اینستکه بوسیله‌ی اطاق ابری میتوان درباره‌ی عبور ذرات سریع الحرکت از مواد مختلف وضخامت‌های متفاوت بمطالعه پرداخت.

را تیر شهاب میگفتند ولی در حقیقت عبارتند از سنگهای کوچکی که از خارج کره‌ی زمین بطرف زمین آمده و در اثر برخورد به‌وای اطراف کره زمین بسیار گرم شده و بحالت التهاب در می‌آیند و گاهی هم آتش میگیرند. این سنگها بالاخره بزمین می‌افتند چنانکه در ایران هم این موضوع اتفاق افتاده است. سرعت آنها در حدود ۴۰ کیلومتر در ثانیه است و در آن لحظه که دیده میشوند صد تا صد و پنجاه کیلومتر باز زمین فاصله دارند. مترجم

فصل نهم

یک کنتورکایگر - مولر سباریم

اگر چشمان ما بقدر کفایت قوی یعنی تیز بین بود میتوانستیم باران شدید و سنگین ذراتی کوچکتر از اتم را که از ماوراء جو بزمین میبارند مشاهده کنیم. بطور متوسط ثانیه ای ۲۰ عدد از ذرات این باران از بدن ما میگذرد. دانشمندان این نوع تشعشع را «اشعه‌ی کیهانی» نامیده اند زیرا از فضای خارج جو بزمین میرسند. بیشتر ذرات موجود در اشعه‌ی کیهانی را دانشمندان می شناسند زیرا این ذرات با اتمهای موجود در زمین نیز ارتباط دارند و بهمین دلیل اشعه‌ی کیهانی طرف توجه تمام علمای فیزیک که در هسته‌ی اتم کار میکنند میباشد.

خوشبختانه برای کسانی که تازه دست بازمایش های اتمی زده اند دستگاه نسبتاً ساده‌ای وجود دارد که میتوان آن را با آسانی در خانه تهیه کرد. این دستگاه میتواند وجود اشعه‌ی کیهانی را که با سرعت زیاد از ماوراء جو بزمین میرسند و نیز وجود ذراتی را که از «اتمهای محلی» (۱۲۰) بخارج

۱۲۰- منظور از اتمهای محلی اتم های مواد رادیو آکتیوی است که

ممکن است در حوالی محل آزمایش موجود باشد. مترجم

رانده شده اند آشکار سازد. مثلاً گریک ساعت شب نما را، که روی صفحه اش ترکیبات رادیوم وجود دارد، باین دستگاه نزدیک کنیم وجود رادیو اکتیویته ی زیاد را نشان میدهد.

این اسباب، بنام کسانیکه آنرا اختراع و کامل کردند، **گایگر-مولر (۱۲۱)** نامیده میشود و ساختمان آن از یک رادیوی کوچک یک یا دو لامپی پیچیده تر نیست. بسیاری از قطعات رادیو در ساختمان این دستگاه بکار میرود و قسمت مخصوصی که شرح آن خواهد آمد بتوسط کمیسیون انرژی اتمی مخصوصاً برای دانش آموزان دبیرستان در نظر گرفته و تنظیم شده است. این دستگاه را نه فقط در آزمایشگاه برای آزمایش در باره ی تابش های مختلف میتوان بکار برد بلکه برای شمارش ذرات اشعه ی کیهانی و برای کشف معادن اورانیوم در زمین نیز میتوان استعمال کرد.

دستگاه گایگر - مولر از تمام ابزارهاییکه در کاوش های هسته ای مصرف میشوند متداول تر است. امروز هزارها از این دستگاه نه تنها در جستجوی معادن اورانیوم مورد استفاده قرار میگیرد بلکه بعنوان یک دستگاه کنترل و مراقبت در ساختن ترکیبات اتمی که ممکن است با اصطلاح خیلی «گرم» (یعنی خیلی رادیواکتیو) باشند نیز بمنظور حفاظت کارگران بکار میرود، باین ترتیب که وقتی این دستگاه در معرض تشعشعی که برای سلامتی انسان خطرناک است قرار گیرد بوسیله ی عقربه ای که در مقابل صفحه ی مدرجی حرکت میکند، یا بوسیله ی یک سلسله «تیک تیک های»

مقطع و بلند و يابوسيله روشن كردن چراغ‌هاى گاز نئون (X) اعلام خطر ميكند قسمت حساس كنتور گايگر مولر بشكل لوله‌ى شيشه‌اى مخصوص و بسيار ساده‌اى است كه از گازى پر شده و دو الكترود فلزى در آن كار گذاشته شده است. ذرات كيهانى يا هسته‌اى از پوشش شيشه‌اى اين لوله عبور كرده و بين الكترودها، يعنى بين دو قسمت فلزى داخل لوله، توليد جريان بسيار ضعيف الكترىكى مينمايند. اين جريانها بقدرى ضعيف اند كه اگر دستگاههاى راديوئى و الكترونى بسيار دقيق همراه اين لوله نبود بهيچ وسيله نميشد بوجود آنها پى برد. اين دستگاهها كه از طرفى بلوله‌ى حساس گايگر مولر كه در فوق شرح داديم وصل شده اند از طرف ديگر نيز يك دستگاه (۱۲۲) كنتور مربوط ميشوند و ضمناً ميتوان قسمت ديگرى بدستگاه اضافه كرد كه با زاء هر ذره‌اى كه وارد لوله‌ى حساس ميشود يك نور قرمز در يك لامپ نئون (۱۲۳) يا يك صوت مقطع و بلندى در يك بلند گويا گوشى توليد شود. تعداد صداهاى كه در يك ثانيه توليد ميشود شدت تشعشع را نشان ميدهد.

عملى كه در يك لوله حساس گايگر مولر اتفاق ميافتد بآساني فهميده ميشود. هر لحظه كه يك ذره‌ى اتمى از پوشش شيشه‌اى لوله عبور كرده وارد لوله ميشود يك «ضربان الكترىكى» توليد ميكند. تعداد اين ضربانها را هم

۱۲۲ - قسمتى است از دستگاه كنتور گايگر كه مخصوص شمارش

عده‌ى ذراتى است كه در ثانيه وارد لوله‌هاى حساس ميشوند. بشرح كنتور گايگر در فهرست لغات علمى آخر كتاب مراجعه شود. مترجم.

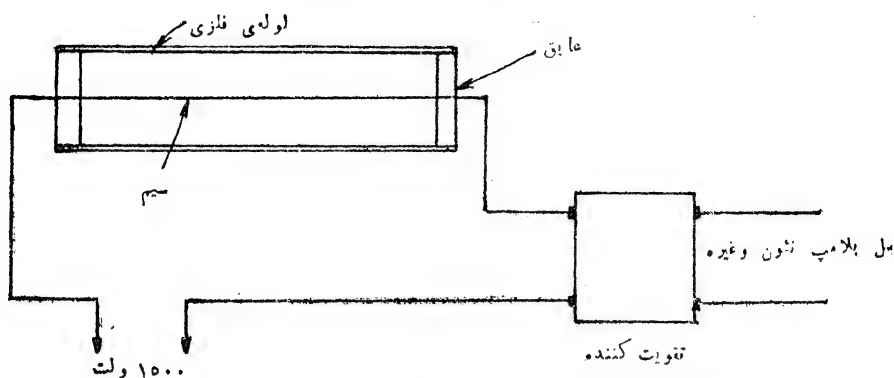
۱۲۳ - از عنصرهاى گازى شكل بى اثر و كمياب است. چراغ نئون

مانند همين لوله‌هاى قرمز رنگى است كه براى تابلو نويسى بكار ميرود.

اين چراغها بصورت لوله‌هاى باريكى هستند كه از گاز نئون با فشار كم پر شده اند و در اثر ولتاژ زيادى كه در دو طرف لوله برقرار ميكند گاز نئون نورانى شده توليد نور قرمز رنگى ميكند. مترجم.

بوسیله نور و صوت و هم بوسیله کنتور مخصوص میتوان تعیین کرد. این کنتور مخصوص عبارت از يك اسباب اندازه گیری الکتریکی است که بر حسب قوت و ضعف تشعشع اتمی درجه بندی شده است.

شکل ۳۱ اساس لوله‌ی حساس گایگر مولر را نشان میدهد. قسمت‌های اصلی این لوله فقط عبارتست از دو الکترود فلزی که یکی بشکل يك استوانه‌ی



شکل ۳۱- اساس ساده‌ی کنتور گایگر (*). وقتی يك شعاع کیهانی وارد دستگاه شود و مسافت كوچك بين لوله‌ی فلزی و سیم را طی کند مقدار بسیار کمی الکتریسیته بین این دو الکترود جاری میشود. همین مقدار جزئی الکتریسیته بوسیله‌ی دستگاه‌های تقویت کننده‌ای که صمیمه‌ی کنتور گایگر است تقویت شده و آنوقت یا يك بلندگویا گولت فرستاده میشود که يك «تيك» میکند و یا يك لامپ نئون فرستاده میشود. اغلب اوقات کنتورهای الکتریکی مخصوصی هم متصل بدستگاه است که تعداد اشعه و ذرات کیهانی یا ذرات اتمی را نشان میدهند. (* مؤلف در اتصال الکتریکی سیمها در این شکل اشتباه کرده است. لطفاً بشرح و شکل کنتور گایگر در فهرست لغات علمی مندرج در آخر این کتاب مراجعه فرمائید.

فلزی و دیگری بصورت سیمی است که از میان استوانه‌ی مزبور، یعنی از میان لوله‌ی حساس، عبور میکند. سیم و استوانه‌ی فلزی (یعنی هر دو الکترود) باختلاف پتانسیل نسبتاً زیادی وصل میشوند ولی چون از لحاظ الکتریکی باهم اتصال ندارند جریان برق بین آنها برقرار نمیشود.

اين لوله ها از بعضی گازها نيز پر شده اند، و هنگاميکه يك ذره ی سریع الحركت وارد اين لوله ميشود از استوانه ی فلزی گذشته و بطرف سيمي كه درميان لوله است پيش ميرود. وقتی يك ذره كه داراي بار الكتريكي است از درون گاز بگذرد البته آن گاز را يونيزه ميكند بدین معنی كه بسياری از اتم ها و ملكولهای گاز كه در مسير ذره ی مزبور واقع شده اند داراي بار الكتريكي ميشوند و باین طريق يك مسير الكتريكي بين الكترودها (استوانه و سيم) برقرار شده و برای مدت کوتاهی يك جريان کوتاه الكتريسيته كه ما همان « ضربان » الكتريكي ناميديم بين الكترودها برقرار ميشود. اين جريان بوسیله اسبابهای الكترونی كه بقيه ی دستگاه كامل گايگر مولر را تشكيل ميدهد و شامل كوتور ي نیز مي باشد تقويت و آشكار ميشود (و بعد ب كوتوري كه گفتيم جزء دستگاه است ميرود). دستگاههای گايگر - مولر را ميتوان از فروشگاههای الكتريكي خريد.

هر جوانی ميتواند يك دستگاه گايگر مولر را ب قيمت نسبتاً ارزانی فراهم كند. بعضی از قسمتهای آن را ممكن است از يك رادیوی كه نه، كه معمولاً ميتوان از رادیو فروشها خريد، برداشت. ساير قسمتها را ميتوان از مغازه های بزرگ لوازم رادیویی و الكترونی (۱۲۴) تهيه كرد.

جزئیات دستگاه گايگر - مولر كه ذیلا شرح ميدهم بتوسط كارشناسان كميسيون انرژی اتمی امریكا تهيه و تكميل شده است. این

۱۲۴ - تصور نميرود كه این لوازم را در ايران بتوان خريداري كرد

بهمين دليل صورت كامل قسمتهای مختلف با همان علامت صنعتی و بزبان انگلیسی يادداشت شد تا اگر خواننده ای بخواهد آنها را از امریكا خريداري كند میسر باشد مترجم .

دستگاه بهیچ وجه پیچیده نیست و هر کس بتواند بایک هوپه (۱۲۵) کار کند یک شبه میتواند آنرا درست کند و دستگاهی که باین طریق ساخته شود بقدری حساس است که تشعشع ضعیف حاصل از ساعت‌های شب‌نما را با آسانی نشان میدهد.

قسمت‌های زیر برای ساختن این کنتورک ۱.۱.۱ (۱۲۶) لازم است.

۱ - لوله‌های گایگرمولر از نوع E.P3OG

1-G . M . Counter Tube Type E.P3OG

۲ - دستگاه تنظیم ولتاژ از نوع E.P3ORS

2 - Voltage Regulator Type EP3ORS

۳ - روله SPST که بطور معمولی مسدود شده باشد

3 . Relay SPST Normally Close.

۴ - ترانسفورماتوریکه ولتاژ را بالا ببرد (از نوع AOO 20 از

کمپانی Thordarson Electric Co .)

4- Ster-up Transformer (Thordarson Electric Co.
Type 20 AOO)

۵ - لامپ نئون $\frac{1}{45}$ واتی

5- $\frac{1}{25}$ - Watt Neon lamp

۶ - سه تا خازن (کندانساتور) ۶۰۰ ولتی - یک خازن ۰/۰۱ میکرو

• فارادی و یک خازن ۰/۰۰۱ تا ۰/۱ میکرو فارادی و یک خازن ۰/۰۰۵

۱۲۵ - اسبابی است که برای جوشکاری معمولی یا جوشکاری برقی

بکار میبرند مترجم .

۱۲۶ - علامت اختصاری کمسیون ارزش اتمی مترجم .

يکرو فارادی

6— Three 600-Volts condensers و one 0/01 Microfarad)
one 0,001 To 0,1 Microfard, one 0,005 Microfarad

۷- دو مقاومت که هر کدام يك واتى و يك مگوهى (يعنى بمقاومت يك ميليون اهم) باشند.

7— Two 1—watt و 1—meghom resistors

۸- کلید وصل دو طرفی

8— Toggle Switch

۹- پریز تلفون

9— Phone Jack

۱۰- گوشی که بهر دو گوش وصل میشود و در آن بلور کوارتز بکار

رفته است

10— Crystal Head phone set

۱۱- سر پیچ لامپ نئون

11— Neon Lamp Holder

۱۲- دو عدد پیل چراغ قوه

12— Two Flashlight cells

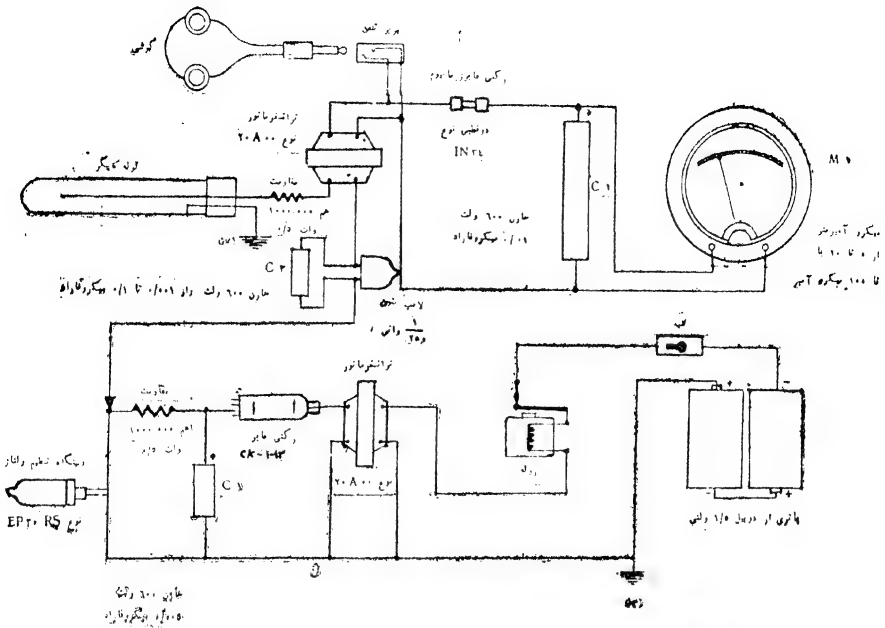
شکل ۳۲ نقشه‌ی کامل اتصال قسمت‌های مختلف كنتور گايگر را بدست میدهد. برای ساختن دستگاه نخست قسمت‌های مختلف را مطابق نقشه روی یک قطعه تخته میچینیم و سپس آنها را بوسیله پیچ بتخته وصل و در جای خود ثابت میکنیم و آنگاه شروع بلحیم کردن سیم‌های اتصال قسمت‌های مختلف دستگاه مینمائیم و در اینجا باید مواظب بود که سیم‌ها

عوضی بسته نشوند و برای این موضوع باید بر نك روش سیم ها توجه داشت (۱۲۷). بخصوص باید بنسیمهاییکه از ترانسفرماتور بیرون میآید بیشتر دقت کرد.

هرگاه قسمتهای مختلف دستگاه مطابق آنچه بیان شد بسته شده باشند دیگر کار کردن با آن اشکالی ندارد. اگر دستگاه را برای کشف معادن بخواهند بکار ببرند، ممکن است سازنده میل داشته باشد آنرا در يك جعبه که دارای دسته‌ای هم باشد کار بگذارد و البته این موضوع بسادگی امکان پذیر است است.

چون مدرج کردن دقیق این دستگاه، بطوریکه در هر لحظه بتوان شدت اشعه‌ی کیهانی یا ماده‌ی رادیو اکتیو را مورد آزمایش رادقیقاً دانست غیر ممکن است ما باید بهمان نتایجی که از آزمایش بدست میآوریم، هر چند که دقت علمی کمتری هم داشته باشد، قناعت بکنیم. اگر بتوانیم از سه دلار چشم پوشیم، دفتر مالی نمونه‌های رسمی (۱۲۸) که در شهر واشنگتن واقع است میتواند ماده رادیو اکتیوی که شدتش معلوم است در اختیار ما بگذارد و آنوقت هنگامیکه با گوشی دستگاه گایگر مولر باین نمونه‌ی رسمی و سپس به نمونه‌ی مورد آزمایش گوش دهیم میتوانیم بگوئیم نمونه‌ی مورد آزمایش ضعیف تر از نمونه‌ی رسمی مزبور است یا قوی تر از آن میباشد.

۱۲۷ - در دستگاههای رادیو چنانکه دیده‌اید برای سهولت سیم - کشی و جلوگیری از اشتباه سیم‌هایی بکار برده میشود که روپوش‌های رنگین و مختلف دارد تا مسیر هر رشته سیم و دنباله آن کاملاً مشخص باشد.



شكل ۴۲ - يك كنتور گايگر ساده و قطعات مختلفه‌ی آن. هر جواني كه بتواند يك راديوي يك يادولامي را سوار كند اين كنتور نيز ميتواند بسازد. (با تقديم تشكر واحترام بكميسيون انرژی اتمي)

آزمایش‌های بسیار ساده‌ای زیادی را میتوان بوسیله‌ی كنتور گايگر در خانه عملی ساخت ولی البته آزمایش کننده باید قبل از هر آزمایش میزان «صدای زمینه» را در نظر بگیرد (۱۲۹) چون اشعه‌ی کیهانی دائماً بزمین آمده و بر كنتور گايگر اثر میکند این صداها ب میزان‌های مختلف همیشه و در هر نقطه که كنتور قرار داشته باشد وجود دارد. بهر صورت اگر ما قبلاً

۱۲۹ - صدای زمینه صدائی است که بدون آنکه ماده رادیو آكتیوی وجود داشته باشد فقط در اثر اشعه‌ی کیهانی در گوشی دستگاه گايگر دائماً شنیده میشود مانند آنکه وقتی رادیو را باز میکنیم بدون آنکه ایستگاه فرستنده چیزی پخش کند صدائی میشنویم و گاهی «تق تق» هم میکند یا مثلاً گوشی تلفن معمولی هم دارای صدای مخصوص بخودی است. همه‌ی این صداها را صدای زمینه گویند. مترجم

بصدای زمینه گوش دهیم و بعد در ضمن آزمایش ملاحظه کنیم که تعداد صداها زیاد شد فوراً میفهمیم که باتابش جدیدی علاوه بر اشعه‌ی کیهانی مواجه هستیم. غالباً ما میتوانیم تعداد تیک تیک‌های مربوط باشعه‌ی کیهانی را که «تابش زمینه» نامیده میشود تعیین کنیم.

یکی از سه نوع تابشی که کنتور گایگر میتواند آشکار کند اشعه‌ی گاما است. چنانکه قبلاً بیان شد اشعه‌ی گاما همان اشعه‌ی ایکس با طول موج کوتاه میباشد و بتوسط مواد رادیو آکتیوی که در ساختن صفحات ساعت‌های شب‌نما بکار میرود تولید میشوند. این اشعه با سرعت نور مرئی (۱۸۶ هزار میل در ثانیه که تقریباً معادل ۳۰۰ هزار کیلومتر در ثانیه است) حرکت میکنند و از بعضی مواد، مثلاً از یک قطعه کاغذ، میتوانند عبور کنند ولی از مواد سنگین‌تر، مانند سرب، نمیتوانند بگذرد و متوقف میشوند. ما این امر را با سانی باین طریق میتوانیم ثابت کنیم که یک ساعت شب‌نما را بفاصله‌ی چند اینچ از کنتور گایگر خود قرار داده و بتعداد صداهائی که تولید میشود دقت میکنیم. سپس یک صفحه‌ی آلومینیومی، یا حتی یک ظرف آلومی منیومی، را بین ساعت و کنتور قرار میدهیم و ملاحظه می‌کنیم که در این صورت هیچ کاهشی در تعداد صداهائی که شنیده میشود پدید نمیآید. و حال آنکه اگر بجای آلومینیوم یک بشقاب شیشه‌ای قرار دهیم بلافاصله در تعداد تیک‌تیک‌ها تقلیل حاصل میشود یعنی محققاً تمام صداهائی که اضافه بر صدای زمینه بودند حذف میشوند. شیشه به تنهائی اشعه‌ی گاما را کاملاً متوقف نمیسازد بلکه سرب که یکی از اجزاء شیشه میباشد این عمل را انجام میدهد.

همچنین ملاحظه خواهیم کرد که الکترونهاى صادر از صفحه‌ی ساعت

شب نما از صفحه های نازك كاغذ ورقه های نازك فلزات سبك ميگذراند ولي بتوسط دست های مامتوقف ميگردند. اين تابش را بنام اشعه ي بتا مينامند .
 بهمين طريق ملاحظه ميكنيم كه هر چه صفحه ي ساعت شب نما را از كنتور گايگر دورتر سازيم هر سه نوع تابش حاصل (آلفا ، بتا و گاما) از مواد راديو اكتيوي كه روي صفحه ي مزبور بكاررفته ضعيف تر ميشود .
 در مورد اشعه اي كه از اجتماع ذراتي تشكيل شده اند (مانند اشعه ي بتا كه از الكترونها و اشعه ي آلفا كه از هسته ي اتم هاي هليوم تشكيل شده) بايد گفت كه برخورد آنها با اتم ها و ملكول هاي هوا باعث ميشود كه پس از طي چند اينچ متوقف و باطراف پراكنده شوند .

اگر ما نخواهيم خودمان يك كنتور گايگر بسازيم ممكن است يك دستگاه ساخته شده را بمبلغ كمی (۱۰ دلار) بخریم . برای آنكه بمنظور خرید و جمع آوری قطعات مختلفه ي دستگاه كه در اينجا شرح دادیم اينطرف و آنطرف نگردیم ممكن است يك جعبه لوازم كامل دستگاه را از يك فروشگاه بزرگ اسباب هاي راديوئي و الكتروني بخرید

فصل هشتم

چند آزمایش ساده تابش

کلمه‌ی «تابش» که علمای فیزیک بکار می‌برند معنی وسیعی دارد. حرارت حاصل از یک کوره یا از یک کبریت نیز مانند نور خورشید یک نوع تابش می‌باشد. البته امواج رادیو، امواج نورانی مرئی و نامرئی (از قبیل امواج فوق قرمز - زیر بنفش و اشعه‌ی ایکس) و نیز امواج حرارتی هم جزء تابش‌های الکترو مغناطیسی هستند و فقط از لحاظ طول موج با هم تفاوت دارند. امواج رادیویی که در انتهای طیف الکترو مغناطیسی واقع اند دارای طول موجی از چند سانتی متر تا چند کیلومتر می‌باشند. از طرف دیگر اشعه‌ی ایکس که در ابتدای طیف مزبور قرار دارند طول موجشان بقدری کم است که با آسانی می‌توانند از فضا‌های بین اتمی مواد عبور کنند. ذرات بتا و آلفا و اشعه‌ی گاما که از رادیوم بیرون می‌آیند نیز جزء تابش‌ها می‌باشند. هم‌چنین تابش نوترونی، یار گبار نوترون‌ها را، که بنظر می‌رسد خطرناکترین تابش‌ها باشد، نیز باید در نظر گرفت. اینگونه تابش‌ها را

امروز بنام «امواج» یا «ذرات» می‌نامند. اشعه‌ی کیهانی نیز یک نوع تابش است. ما در هیچ نقطه‌ی زمین نمی‌توانیم از چنگک تابش نامرئی اشعه‌ی کیهانی، یا تابش حاصل از مواد رادیو آکتیو سطح زمین، فرار کنیم. حتی وقتی چیزی می‌خوریم با می‌آشامیم مقدار بسیار کمی از این مواد رادیو آکتیو وارد بدن خود می‌کنیم. باین ترتیب معلوم می‌شود فردی نیست که بهیچوجه دارای تابش درونی نباشد.

تابش‌های مختلف عبارتند از حرارت، نور (مرئی و نامرئی)، پروتون‌ها، الکترون‌ها، نوترون‌ها، دوترون‌ها (۱۳۰)، و غیره. بعضی از این تابش‌ها را بوسیله‌ی يك ورق کاغذ نازك می‌توان متوقف ساخت.

متوقف ساختن عده دیگری، مانند نوترون‌ها، حتی بتوسط دیوارهای بتونی نیز مشکل است. کارگران و متجسین که در تأسیسات بزرگ اتمی کار می‌کنند، هر روز در معرض تشعشعات اتمی قرار می‌گیرند. کمیسیون انرژی اتمی امریکا، نه تنها قدرت تحمل بدن را در مقابل تابش‌های روزانه‌ی اتمی پیدا کرده، بلکه موفق به تکمیل سدهای محافظی، که از هر گونه خطری جلوگیری می‌کنند، نیز گردیده است.

قدرت تأثیر هر گونه تابش ذره‌ای و تابش اشعه ایکس بسه عامل بزرگ بستگی دارد که عبارتند از: ۱- شدت تابش ۲- فاصله‌ی بین منبع تابش و شخصی که در معرض تابش واقع شده. ۳- جنس و ضخامت سد یا دیواره‌ی محافظیکه بین شخص و منبع تابش قرار دارد.

يك آزمایش ساده بتوسط عكس برداری در فهم مطالب بالا بكمك

۱۳۰- Deuteron عبارت است از هسته‌ی اتم ایدرژن سنگین که از

يك پروتون و يك نوترون تشکیل شده مترجم.

میکند. آنچه مادر این آزمایش احتیاج داریم عبارت از يك قطعه فیلم سالم عکاسی (از هر نوع که باشد)، يك صفحه‌ی ساعت شب‌نما و يك جعبه‌ی مقوایی كوچك است که نسبت بنور غیر قابل نفوذ باشد. اگر میسر باشد ابتدا شیشه‌ی ساعت را بر میداریم و بعد ساعت را وارونه کرده صفحه‌ی آن را روی طرف حساس فیلم که در ته جعبه‌ی مقوایی گذاشته‌ایم قرار داده سپس در جعبه را می‌بندیم و چند روزی (دو یا سه روز) بآن دست نمی‌زنیم و بعد از آن فیلم را ظاهر می‌کنیم. نتایجی که بدست می‌آید در شکل ۳۳ نشان داده شده است. روشنی لکه‌هایی که روی فیلم خواهد افتاد بسته به مدتی است که فیلم در معرض تابش صفحه‌ی ساعت قرار می‌گیرد. لکه‌های مزبور بیشتر در اثر اشعه‌ی ایکس (گاما) که از ماده‌ی رادیو آکتیو اعداد و عقربه‌های ساعت بیرون می‌آید بوجود می‌آیند.

برای آنکه به حقوقانغ کننده‌ای ثابت کنیم که توانایی مواد مختلفه در متوقف ساختن این تابش‌ها متفاوت است میتوانیم آزمایش‌های جالبی، بهمین ترتیب عکس برداری، بعمل آوریم. مثلاً اگر يك باریکه از ورقه‌ی سربی نازکی را بین صفحه‌ساعت و فیلم بگذاریم ملاحظه خواهیم کرد که سایه‌ی سیاهی روی فیلم بجای می‌گذارد و این امر نشان میدهد که این فلز چون سنگین است بکلی جلوی تشعشعات را می‌گیرد. از طرف دیگر، يك ورقه‌ی کاغذ قادر به نگهداری تابش‌ها نبوده سایه‌ای روی فیلم تولید نمی‌کند. ورقه‌ی نازك آلومینیوم فقط سایه‌ی کم رنگی تولید میکند ولی ورقه‌ی مسی تقریباً بقدر ورقه‌ی سربی در نگهداری تابش‌ها مؤثر است. در همه‌ی این آزمایشها ضخامت دیواره نیز عامل مؤثری است بنابراین روشنی قسمتهائی از فیلم که در معرض تابش قرار گرفته‌اند بچهار عامل بستگی دارد: شدت



شکل ۳۳ - این عکس توسط مؤلف گرفته شده. باین ترتیب که پس از برداشتن شیشه‌ی یک ساعت شب‌نما ابتدا یک کلید و یک باوریکه از ورقه‌ی مسی را روی صفحه ساعت قرار داده و سپس یک فیلم عکاسی را روی آنها گذاشته است و مجموعه آنها را در یک قوطی مقوایی نهاده و در قوطی را نیز بسته است. پس از دوروز که فیلم را ظاهر کرده نتیجه بقراری است که در فوق مشاهده میکنید.

تابش، فاصله، ضخامت سدی از صفحه‌ایکه بین منبع و فیلم قرار میگیرد و بجنس صفحه‌ی مزبور. فلزات متکاثف‌تر و سنگین‌تر برای ساختن این سد ها خیلی بهتر از فلزات سبک‌تر میباشند، مگر در مورد آزمایش بانوترونها که طرارترین و خدعه‌بازترین افراد خاندان تابش‌های ذره‌ای هستند. ذرات آلفا، که حتی از صفحه‌ی کاغذ نیز باشکال ممکن است بگذرند، ضعیف‌ترین افراد این خانواده میباشند. قدرت نفوذ اشعه‌ی گاما، در فواصل کم، بسیار زیاد است و شدت

آن، مانند نور معمولی، به نسبت عکس مجذور فاصله کم میشود (۱۳۱) بدین معنی که اگر فاصله‌ی بین منبع اشعه‌ی گاما و دستگاه آشکارساز (۱۳۲) دو برابر شود یعنی مثلاً از یک اینچ بدو اینچ برسد، قدرت نفوذ اشعه‌ی مزبور از نصف هم خیلی کمتر خواهد شد.

همان الکتریسیته‌ی ساده‌ای که در فصل اول شرح دادیم ممکن است در بعضی از آزمایش‌های مربوط بتابش‌ها مورد استفاده قرار گیرد. اگرچه در اینگونه موارد الکتریسیته‌ی نما بقدر کنتور گایگر که در فصل ۲۴ شرح دادیم مؤثر و قابل استفاده نمیباشد معیناً برای کسانی که قادر به خریدن یا ساختن کنتور گایگر نیستند چند آزمایش ساده که با الکتریسیته‌ی نما میتوان عمل کرد شرح داده میشود. البته تفاوت عمده‌ی الکتریسیته‌ی نما و کنتور گایگر از لحاظ آزمایش‌های مربوط بتابش‌ها، اینست که الکتریسیته‌ی نما در عمل خیلی کندتر میباشد. کنتور گایگر آنرا وجود تابش‌ها (گامایاب‌ها) را معلوم میکند در صورتیکه الکتریسیته‌ی نما در این مورد خیلی کند است. اگر کنتور بکار بریم میتوانیم شدت تابش مورد آزمایش را از روی تعداد تیک‌های گواشی یا دفعات روشن شدن لامپ نمون بسرعت تعیین کنیم و حال آنکه در مورد الکتریسیته‌ی نما باید مدت زمان را که دستگاه در اثر مجاورت بتابش مورد آزمایش تخلیه الکتریکی میشود اندازه بگیریم و اگر شدت تابش مزبور کم باشد این مدت ممکن است طولانی و قابل ملاحظه باشد.

-
- ۱۳۱ - یعنی اگر فاصله دو برابر شود شدت اشعه چهار برابر کم میشود و اگر فاصله سه برابر شود شدت نه برابر کم میشود مترجم.
- ۲۳۲ - دستگاه آشکارساز یعنی دستگاهی که وجود تابش‌ها را آشکار میسازد مانند کنتور گایگر و فیلم عکاسی که ملاحظه کردیم. مترجم

نهمین آزمایش ساده با الکتروسیسته نما اینست که ابتدا دستگاه مزبور را بار کرده و سپس صفحه‌ی يك ساعت شب‌نمارا نزدیک سر آن قرار میدهم و زمان یا میزان تخلیه‌ی الکتروسیسته نما را در فواصل مختلف (فاصله‌ی صفحه ساعت از سر الکتروسیسته نما) مقایسه میکنیم.

پس از این آزمایش‌های ساده، بترتیب صفحات کاغذ، مس، سرب، آلومی نیوم شیشه و غیره را بین صفحه‌ی ساعت و الکتروسیسته نما قرار میدهم و، با ملاحظه‌ی مدت تخلیه‌ی دستگاه که در آزمایش‌های مختلف فرق میکند، میتوانیم شدت تابش را بطور تقریبی اندازه بگیریم. وقتی ورقه‌ی سربی را بین صفحه‌ی ساعت و الکتروسیسته نما قرار دهیم مدت تخلیه‌ی دستگاه مانند هنگامی است که صفحه‌ی ساعت وجود نداشته باشد (زیرا ورقه‌ی سربی تابش‌ها را کاملاً متوقف میسازد). ولی صفحات دیگر کمتر از ورقه‌ی سربی اشعه‌ی نامرئی صفحه‌ی ساعت را متوقف میکنند.

اگر يك كنتور گایگر-مولر دست ساز در اختیار داشته باشیم چندین آزمایش دیگر را نیز میتوانیم خوشبختانه عملی کرده و بسرعت نتیجه بگیریم. باز هم باید یاد آوری کنیم که بعلاوه وجود اشعه‌ی کیهانی، و در بعضی موارد بمناسبت وجود منابع تابش محلی و مجهول (۱۳۳)، گواشی دستگاه گایگر مولر تیک تیک میکند و بالامپ نئون آن دائماً خاموش و روشن میشود. میزان این تابش در نقاط مختلف دنیا متفاوتست. مثلاً در نقاط مرتفع مانند دنور، کولوراد و یاشهر مکزیک (۱۳۴) شدت تابش دائمی

۱۳۳ - منظور از منابع تابش محلی، ترکیبات رادیو آکتیو است که ممکن است در اطراف محل مورد آزمایش وجود داشته باشد. مترجم
۱۳۴ - Mexico city, Colorado, Denver پایتخت کشور

مکزیک.

اشعه‌ی کیهانی دوالی چهار برابر شدت تابش اشعه‌ی مزبور در نقاط هم سطح دریا، از قبیل بوستون (۱۳۵) و نیویورک، می‌باشد. بنابراین اگر بخواهیم میزان تابش یک منبع بخصوص و مورد نظر را از لحاظ علمی بصحت اندازه بگیریم باید نخست شدت اشعه‌ی کیهانی و تابش منابع محلی را اندازه گرفته و آنرا با هنگامیکه منبع مورد آزمایش مقابل دستگاه قرار گرفته است مقایسه کنیم. تعیین شدت تابش منابع محلی و اشعه‌ی کیهانی را علمای فیزیک اتمی «تعیین شماره‌ی زمینه» (۱۳۶) نام نهاده‌اند و با سانی معنی و لزوم آنرا درک می‌کنیم. مثلاً اگر در حین جستجوی معدن اورانیوم کوئتورما تیک تیک کند ممکن است این صداها فقط مربوط باشعه‌ی کیهانی باشد ولی اگر ما میزان «تابش زمینه» را در حوالی محل آزمایش درست داشته باشیم و بنقطه‌ای برسیم که تعداد تیک تیک‌ها ناگهانیاً زیادتر از صدای زمینه شود آنوقت با دلائل بیشتری میتوانیم معتقد شویم که در نزدیکی معدن اورانیوم هستیم. بنابراین قبل از آزمایش با کنتور گایگر - مولر همیشه باید میزان تابش زمینه را اندازه گرفت و هنگام این اندازه گیریها باید ساعت شب‌نما را از اطاق آزمایشگاه بیرون برد.

اگر کنتوری را با فاصله‌ی تقریباً ۱۰ اینچ (۲۵/۴ سانتی متر) از یک

۱۳۵- Boston

۱۳۶- همانطور که میدانیم همراه دستگاه گایگر مولر کنتوری است که با عقربه‌اش میزان شدت تابش را تعیین میکند (مانند عقربه سرعت-نمای اتومبیل) و چون دستگاه همواره در معرض تابش اشعه کیهانی و منابع محلی است عقربه‌ی کنتور مقابل عددی قرار گرفته و شدتی را نشان میدهد همین شدت را «شدت تابش زمینه» یا «شماره‌ی زمینه» مینامند. اگر در محلی قبل از آزمایش، مقدار تابش زمینه مثلاً ۲ باشد و در حین آزمایش به ۳ برسد معلوم میشود که شدت تابش مورد آزمایش ۱ بوده است. مترجم

صفحه‌ی ساعت شب‌نما قرار دهیم باید ثانیه‌ای ۱۱ تا ۱۲ مرتبه لامپ نئون روشن شود یا گوشی تیک تیک کند و اگر در این حال صفحات و حتی دسته‌های کاغذ را بین کنتور و صفحه‌ی ساعت قرار دهیم تفاوت قابل ملاحظه‌ای حاصل نمیشود. حتی ظرف‌های سبک یا سنگین آلومینیومی نیز مقاومت قابل ملاحظه‌ای در مقابل عبور اشعه و ذرات ابراز نمیکنند. در صورتیکه یک صفحه‌ی نسبتاً نازک سربی با سرعت اشعه و ذرات را متوقف میسازد و یک قطعه بلور معمولی، بعلاوه سربی که در ترکیب دارد، قدری از اشعه و ذرات مزبور را نگه میدارد بطوریکه شماره‌ی کنتور را از ۱۱ به ۳ عدد در ثانیه میرساند. حتی دست انسان کافی است که الکترون‌های سریع حرکت، یعنی اشعه بتا را، متوقف سازد. این الکترون‌ها با آنکه با سرعت‌های خیلی زیاد (بالغ بر ۱۵۰ هزار میل در ثانیه) حرکت میکنند نمیتوانند از اجسام کلفت، ولو آنکه فوق‌العاده هم سبک باشند، عبور کنند.

یک آزمایش ساده‌ی دیگر باین ترتیب عمل میشود که کنتور گایگر را بتدریج از صفحه‌ی ساعت شب‌نما دور کرده و بترتیب در نقاطیکه قبلاً فاصله‌شان را تا ساعت تعیین کرده ایم قرار داده و شماره‌ی کنتور را (یعنی تعداد تیک تیک‌های گوشی یا دفعات روشن شدن لامپ در ثانیه) در هر نقطه تعیین میکنیم. در این عمل شماره‌ی کنتور بتدریج کم میشود تا بالاخره بهمان میزان شماره‌ی زمینه (میزان تابش زمینه که قبلاً گفتیم) میرسد. شدت اشعه‌ی گاما به نسبت عکس مجذور فاصله تقلیل مییابد و این امر را با همین آزمایش که در فوق بیان شد میتوان بثبوت رسانید.

آزمایش‌های ساده و فایده‌بخش دیگری نیز ممکن است خود بنظر خوانندگان ما برسد.

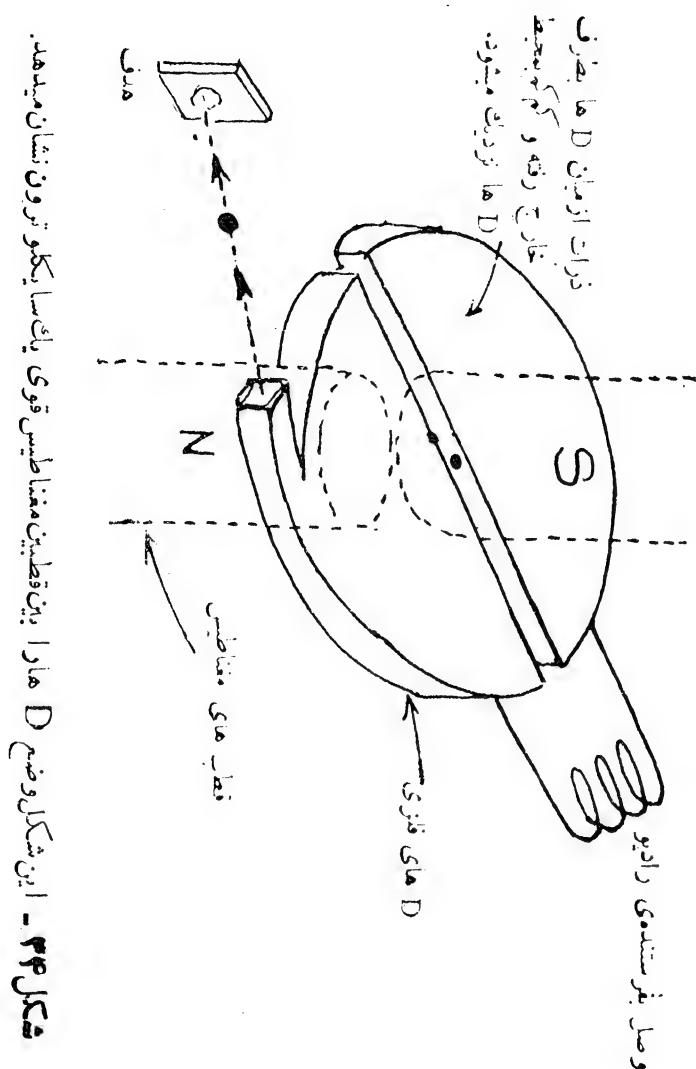
فصل نهم

چرخ و فلک اتمی

چند سال پیش فیزیکدان جوانیکه اکنون بنام پروفیسور ای. او. لارنس (۱۹۲۷) استاد دانشگاه کالیفرنیا می باشد دستگاهی بنام سایکلو ترون اختراع کرد. این دستگاه را می توان چرخ و فلک الکتر و مغناطیسی یا قلاب سنگ الکتر و مغناطیسی نامید. میدانیم که در قلاب سنگ قطعه سنگی را در تکه‌ی چرمی که با قته‌های طنابی متصل است گذاشته و طناب را مانند کماند با سرعتی که دائماً رو به فزونی می‌رود بدور سر میگردانند. بالاخره سنگ چنان سرعتی کسب میکند که هرگاه از قلاب سنگ رها شود مسافت بسیار را خواهد پیمود.

نقشه‌ی ساده‌ی یک سایکلو ترون در شکل ۳۴ نشان داده شده است. برای آنکه بچگونگی کار این دستگاه بخوبی پی ببریم، کافی است علاوه بر مطالبی که تا کنون آموخته‌ایم چند مطلب ساده‌ی دیگر را نیز بیاموزیم.

۱۳۷ - Ernest Orlado Lawrence فیزیکدان معاصر امریکائی متولد ۱۹۰۱ برنده‌ی جایزه‌ی نوبل سال ۱۹۳۹ بمناسبت اختراع سایکلو ترون مترجم .



چنانکه میدانیم ذرات اصلی اتمی که دارای بار الکتریکی هستند (از قبیل الکترونها و پروتونها) مانند سایر اجسام باردار، وقتی در یک میدان الکتریکی واقع شوند تحت اثر نیروی جاذبه یا دافعه قرار میگیرند مثلاً اگر یک الکترون (-) با فاصله کمی از مقابل صفحه‌ی فلزی که دارای بار مثبت باشد عبور کند صفحه‌ی مزبور یا آنرا بطرف خود جذب و بکلی متوقف

میسازد و بالا اقل آنرا کمی بطرف خود کشانیده و از مسیر خارجش میکند. از طرف دیگر اگر یک پروتون (+) بخواهد از مقابل صفحه ای که دارای بار مثبت است عبور کند دفع خواهد شد یعنی از مسیر عادی بدور خواهد افتاد (انحراف مسیر پروتون بر عکس انحراف مسیر الکترون میباشد).

باید دانست نیروییکه مسیر الکترونها و پروتونهاى متحرك را تغییر میدهد منحصر بالکتریسیته یعنی بار الکتریکی نیست. میدان مغناطیسی نیز میتواند مسیر پروتونها، الکترونها و سایر آحاد اتمی (۱۳۸) را تغییر دهد خواه این میدان در اثر عبور جریان برق از یک سیم یا از یک سیم پیچ بوجود آمده باشد و خواه بوسیله یک مغناطیس فولادی معمولی تولید شده باشد (بیاد میآوریم که وقتی سیم حامل جریان برق بصورت قرقره در آید میدان مغناطیسی حاصل، که بر اثر عبور جریان برق تولید شده و میدان الکترومغناطیسی نامیده میشود، به مراتب قویتر از هنگامیست که سیم بصورت سیم پیچ در نیامده باشد زیرا سیم پیچ میدان مغناطیسی را متمرکز میسازد).

اگر ذرات اصلی اتمی که دارای بار الکتریکی هستند از داخل یک میدان مغناطیسی (میدان مغناطیسی فضائی است در اطراف یک مغناطیس معمولی یا یک مغناطیس الکتریکی که خاصیت مغناطیسی در آن فضا وجود داشته باشد) عبور کنند در اثر میدان مزبور خط سیر دایره ای شکلی پیدا میکنند.

۱۳۸ - البته با استثنای نوترونها. منظور از سایر آحاد اتمی هلیوم (هسته اتم هلیوم که شامل دو نوترون و دو پروتون است) و دوترون است (هسته ای اتم ایدرژن سنگین که شامل یک پروتون و یک نوترون است) و ذراتی از این قبیل است که فعلا نام نمیبهریم. مترجم

برای آنکه بتوانیم چگونگی کار سایکلو ترون را درک کنیم یک نکته‌ی اساسی دیگر را نیز باید بفهمیم. مابازاین مطلب برمیگردیم که یک ذره اتمی که دارای بار الکتریکی باشد بتوسط جسمی که آن نیز بار الکتریکی داشته باشد جذب یا دفع میشود. باید دانست، سرعتیکه این ذرات در نتیجه‌ی نیروی جاذبه یا دفعه بدست میآورند بستگی به قدرت یعنی شدت بار الکتریکی جسم مزبور دارد. اگر بار الکتریکی صفحه‌ای فوق العاده زیاد باشد (بار الکتریکی اجسام راهمیشه بر حسب ولت اندازه میگیرند و لتازهای بیش از ۵۰۰ را میتوان جزء ولتاژهای فوق العاده زیاد شمرد.) سرعت حرکت ذرات اتمی بطرت صفحه‌ی مزبور زیاد خواهد بود. تحت شرایط خاصی ممکن است برای سرعت دادن بذرات اتمی از بارهای الکتریکی زیاد استفاده نمود. مثلاً باین طریق میتوان سرعت الکترونها را به ۱۰۰ هزار میل (۱۶۰ هزار کیلومتر) در ثانیه رسانید.

وقتی سرعت ذراتیکه سنگین تر از الکترونها هستند بمیزان فوق العاده‌ای زیاد شود (یعنی شتاب پیدا کند) این ذرات را میتوان برای بمباران اتمها بکار برده و تغییراتی درون اتمها تولید نمود. الکترونها را برای این منظور نمیتوان بکار برد زیرا میتوان گفت که الکترونها بمنزله‌ی کودکان خاندان ذرات اتمی میباشد بدین معنی که چون وزن آنها فقط معادل $\frac{1}{1840}$ وزن اتم ایدرژن است برای اینگونه کارها بسیار سبک و بسیار کوچکند. پس ملاحظه میکنیم که الکترون فقط جزء بسیار کوچکی از جرم یا وزن هراتمرا تشکیل میدهد و آنچه بیشتر بحساب میآید پروتون و نوترون است.

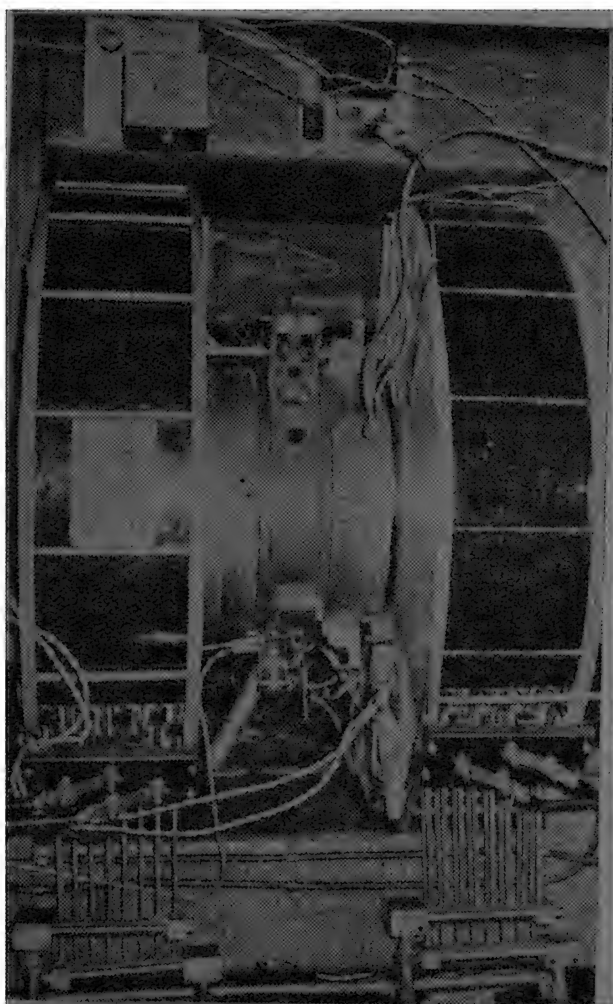
سایکلو ترون (شکل ۳۵) دستگاه عظیم و سنگینی است که بذرات

اتمى بقدرى سرعت میدهد که بتوان آنها را برای بمباران آنها بکاربرد .
 قسمتهای ساده‌ی يك سايكلوترون ، صرفنظر از تمام ضمايم پيچيده‌ی
 آن ، در شکل ۳۴ نشان داده شده در این شکل اطاق فلزی بزرگی را مشاهده
 میکنیم که بشکل قوطی حب (قوطی‌های گرد مقوائی) است که از میان بدو
 نیم شده باشد. دو نیمه‌ی اطاق فلزی مزبور بوسیله‌ی عایق از یکدیگر جدا
 شده اند . يك فرستنده‌ی قوی رادیو باین دو قطعه فلز نیم دایره‌ای متصل است و
 در حقیقت دو قطعه فلز مزبور بمنزله‌ی آنتن هوایی فرستنده‌ی رادیو
 میباشد و انرژی که از فرستنده‌ی رادیو می‌رسد ، بجای آنکه بصورت امواج
 الکتریکی یعنی امواج رادیویی در فضا پخش شود ، باین دو قطعه فلز داده
 میشود. هر قطعه را بمناسبت شکش D مینامند. خلاصه جریانی که از فرستنده
 خارج میشود به D ها وصل میگردد .

مادونوع جریان برق داریم . یکی جریانی که دائماً در جهت و امتداد
 واحد روانست و جریان متصل نامیده میشود . دوم جریانی که دائماً جهتش
 را عوض میکند یعنی ابتدا در جهتی بجریان می‌افتد و بعد ناگهان متوقف
 شده و بلافاصله در جهت مخالف شروع بحرکت مینماید علیهذا این نوع
 جریان را جریان متناوب (آلتر ناتیف) مینامند . جریان متناوب را ممکن
 است طوری تهیه کرد که از ثانیه‌ای چند مرتبه‌ای الی ثانیه‌ای چندین میلیون
 مرتبه تغییر جهت بدهد . (هر رفت و آمد کامل جریان متناوب را يك دوره
 گویند) (۱۳۹).

۱۳۹- تعداد دوره‌های يك جریان متناوب را در ثانیه «تناوب» یا
 فرکانس Frequency جریان مینامند مثلاً تناوب برق تهران ۵۰ میباشد
 یعنی دارای پنجاه دوره در ثانیه است. مترجم

میدانیم که جریان برق همیشه از قطب مثبت به منفی روانست :



شکل ۳۵ - يك سايكلو ترون كوچك در آزمايشگاه فيزيك دانشگاه روستر .

يك پيل خشك (۱۴۰) که همواره جريان متصل توليد ميكند دارای يك قطب مثبت و يك قطب منفی است و جريان از مثبت به منفی ، بدون هيچگونه تغييری ، راه ميافتد . اما يك فرستنده ی راديو جـريان متناوبی

تولید میکنند که بجریان «پُر تناوب» (جریانیکه تناوبش یعنی فرکانسش زیاد است) مشهور است. تناوب این جریان ممکن است از چند هزار تا چندین میلیون در ثانیه تغییر کند و این امر بسته به آنستکه مدار الکتریکی و قسمتهای مختلف فرستندهی رادیو چگونه و بچه منظور طرح شده باشند. باین ترتیب هنگامیکه جریان حاصل از چنین فرستندهای را به D های يك سايكلو ترون وصل كنيم هر بار كه جريان تغير جهت بدهد بار الکتریکی D ها نیز عوض میشود. بدین معنی که بار الکتریکی يك D در يك كسر فوق العاده كوچك ثانیه منفی است و سپس، در اثر تغییر جهت سریع جریان برق، بار الکتریکی D مزبور مثبت میشود و این عمل تا وقتی جریان برقرار است همینطور ادامه دارد. ضمناً D ها در میدان مغناطیسی نیرومندی واقعند و چنانکه میدانیم میدان مغناطیسی ذرات نامبرده را بحرکت دورانی وامیدارد.

اکنون به بینیم بسر ذره ی پروتونیکه (+) مستقیماً در مرکز دایره ی D ها رهاشود چه میآید. وقتی پروتون رهاشود بتوسط D ایكه در آن لحظه دارای بار منفی است جذب میشود زیرا بار های الکتریکی مخالف یکدیگر را میربایند. ولی این نیروهای جاذبه بین D ی منفی و پروتون مثبت فقط در مدت بسیار کوتاهی، که فوق العاده از يك ثانیه کمتر است وجود دارد زیرا بار الکتریکی D بزودی عوض میشود و پروتون که به D ی مزبور رسیده، در اثر تغییر بار الکتریکی این D ، خود را در مقابل دشمنی میبیند که آنرا از خود میراند و بالگدورش میسازد، چون این D اکنون مثبت شده و بجای آنکه پروتون را جذب کند آنرا دفع مینماید.

در همین لحظه D ی دیگر منفی شده و پروتون گنج و سرگردان را بطرف خود میخواند. پروتون بلافاصله فضای دشمن را ترك و با سرعت هرچه تمامتر بجانب D ی منفی حرکت میکند.

اگرچه تغیر بار الکتریکی D ها با سرعت فوق العاده ای صورت میگیرد، ولی برای پروتونها اشکالی ندارد که حرکت خود را با این تغیرات هماهنگ سازند زیرا پروتون بی اندازه كوچك و سبك است و بسهوات میتواند با تغیرات بارهای الکتریکی همگام گردد.

اگر میدان مغناطیسی وجود نداشت پروتن تمام وقت خود را منحصرأ صرف این میکرد که روی خط مستقیمی بین D ها عقب و جلو برود. ولی قبلاً گفته شد که وقتی ذرات باردار و متحرکی در میدان مغناطیسی قرار گیرند میل به نمودن مسیر دایره ای شکلی میکنند که انحناء آن بسته به قدرت میدان مغناطیسی است. بهمین دلیل پروتون بجای آنکه روی خط کاملاً مستقیمی بین D ها پس و پیش برود روی دایره ای بین D ها حرکت خواهد کرد. اما این دایره قطر ثابتی نخواهد داشت زیرا اثر جاذبه ی الکتریکی در فضای بین D ها اینست که پروتونها سرعت میدهند و از طرف دیگر هرچه پروتون سریعتر حرکت کند اثر میدان مغناطیسی بر آن کمتر بوده و لهذا دایره ی بزرگتر را میپیماید (۱۴۱).

۱۴۱- بنا بر این هر دور که پروتون از فضای بین D ها عبور کند تحت اثر نیروی جاذبه و دافعه ی الکتریکی آنها قرار گرفته و سرعت بیشتری نسبت به دور پیش کسب میکند و اثر میدان مغناطیسی برای منحرف ساختن آن کمتر شده مدار دایره ای شکلش نسبت به دور سابق وسیعتر میشود زیرا هر چه اثر میدان مغناطیسی کمتر باشد مسیر حرکت پروتون میخواند بخط مستقیم نزدیک تر بشود و بهمین جهت دایره ها بتدریج قطرشان زیاد و انحناءشان کم میشود. مترجم

بالاخره آنچه در این دستگاه اتفاق میافتد اینست که پروتون يك حرکت مارپیچی شبیه به فنر ساعت ادامه داده لحظه بلحظه سریعتر و از مرکز دورتر و بمحیط D های مجوف نزدیکتر میشود (و تمام این احوال در مدت کسر فوق العاده کوچکی از ثانیه اتفاق میافتد) و در این هنگام سرعتش بقدری زیاد است که ممکن است بچندین هزار کیلومتر در ثانیه برسد. این سرعت بقدری زیاد است که هر گاه این گلوله‌ی اتمی متحرك بسمت يك اتم پرتاب شود و درست بآن برخورد اتم مزبور در اثر این بمباران آسیب خواهد دید و سازمان جدیدی در هسته‌ی آن بوجود خواهد آمد. اما کنون این سؤال پیش میآید که ما چگونه میتوانیم بر پروتونیکه در این چرخ و فلک بسختی گرفتار و مشغول حرکت است دست یابیم؟

این منظور بوسیله‌ی قسمتی از دستگاه سایکلوترن که بنام «صفحه‌ی منحرف کننده» موسوم است خیلی آسانی عملی میشود. این صفحه خود دارای بار الکتریکی بسیار زیاد و نیرومندی میباشد (شکل ۳۴) و چون بار الکتریکی ذره‌ی ما، یعنی پروتون، مثبت است باید بار الکتریکی این صفحه منفی باشد.

چون پروتون با سرعت فوق العاده زیادی از مقابل این صفحه میگذرد مستقیماً بطرف آن جذب نشده بلکه فقط کمی بطرف آن کشیده میشود بطوریکه از مسیر دایره‌ای شکل خود خارج میگردد و همین امر برای خروج پروتون از سوراخیکه در کنار لبه‌ی یکی از D ها تعبیه شده کفایت میکند. مستقیماً در خارج و جلوی این سوراخ يك محفظه‌ی کوچک قرار دارد که ترکیب شیمیایی یا عنصری را که میخواهند بمباران کنند بمقدار فوق العاده کم در آن میگذارند. باین ترتیب پروتون با سرعت فوق العاده زیاد

خود بطرف ماده‌ی مزبور میرود و در اثر برخورد آنرا درهم میشکند . البته در عمل بجای یک پروتون از عده‌ی بیشماری پروتون که سرعت فوق العاده زیاد حرکت میکنند استفاده میشود ولی فقط عده کمی از آنها به هدف، یعنی به بعضی از اتمهای ماده‌ای که تحت بمباران قرار گرفته، بر میخورند و قسمت اعظم پروتونها، بدون آنکه به چیزی برخوردند، بفاصله‌ی زیادی از اطراف هدف عبور میکنند .

اگر بجای اطاقک بمباران، یک دیواره‌ی فلزی کوچک جلوی سوراخ خروجی پروتونها بگذاریم پروتونها بآسانی و با خشونت زیاد از آن عبور کرده وارد فضای خارج میشوند و نور آبی رنگ عجیبی بدنبال خود باقی میگذارند که طول آن، بسته بقدرت سایکلو ترون، یک یا (۳۰/۵ سانتی متر) یا بیشتر میرسد .

این اشعه‌ی نورانی کشنده هستند و اگر ما خود را چند ثانیه مستقیماً در معرض آن قرار دهیم فوراً خواهیم مرد .

وقتی سایکلو ترون مشغول کار است باید هوای درون D هارا تا آنجا که ممکن است خالی کرد و الا پروتونهای سریع حرکت در اثر برخورد با اتمها و ملکولهای گازهائیکه (هوا) فضای D هارا پر کرده اند سرعت خود را از دست داده آهسته میشوند . بهمین دلیل پروتونهای سریع حرکت بمحاص خروج از دیواره‌ی فلزی که در فوق نام بردیم سرعتشان خیلی کم میشود . نور آبی رنگی که بوسیله‌ی جریان پروتونها در هوا تولید میشود نیز معلول برخورد پروتون با اتمهای گازهای موجود در هواست .

بعضی ذرات اتمی دیگر نیز ممکن است بوسیله‌ی سایکلو ترون

سرعت زیادی داد و آنها را برای بمباران بکار برد (۱۴۲) البته مسلم است که از نوترونهای پنهان نمیتوان بدین طریق استفاده کرد زیرا اگر نوترونی را بین D های سایکلوترون وارد کنیم چون دارای هیچگونه بار الکتریکی مثبت یا منفی نمیشد تغییرات بار الکتریکی D در آن بی اثر میماند و نوترون بحرکت بی نظم و آهسته‌ی خود اشتغال میورزد. ولی نوترون با وجود حرکت بی نظم و آهسته‌ی خود برای بمباران ماده مؤثرتر از پروتونهای سریع‌السیر است. پروتون و سایر ذرات اصلی اتمی را که برای بمباران مصرف میشوند باید قبلاً بسرعت زیاد رسانید تا بتوانند وارد هسته‌ی اتمها بشوند، در صورتیکه نوترون با هستگی میتواند وارد هسته شود زیرا در سر راه با هیچ عامل مخالف و دشمنی مصادف نمیشود (۱۴۳). وقتی نوترون باین ترتیب وارد هسته‌ی بعضی از اتم‌های خیلی سنگین از قبیل اورانیوم بشود محققاً خیلی بیشتر از هر نوع ذره‌ی دیگری، صرف نظر از سرعتی که ممکن است داشته باشد، میتواند به هسته آسیب برساند. نوترون بمبی است کوچکتر از اتم و مهاجمی است پنهانی که وقتی وارد یک اتم اورانیوم بشود نظم طبیعی آنرا چنان بهم میزند که اتم مزبور نمیتواند این آشفتگی را تحمل بکند و از هم میپاشد. داستان بمب اتمی از همین جا شروع میشود.

۱۴۲- این ذرات دوترون ها و هلیونها هستند. مترجم

۱۴۳- وقتی ذره‌ی بار داری میخواهد وارد اتم بشود اول با الکترون ها میکه دور آن در گردش اند مصادف میشود و این الکترونها خود با نیروی جاذبه یادافه‌ایکه وارد میسازند از ورود آن جلوگیری میکنند. اگر ذره بقدری سریع باشد که بتواند از میان مدارهای الکترونی بگذرد و وارد اتم شود تازه اگر بار مثبت داشته باشد بتوسط بار مثبت هسته بسختی دفع میشود و یا اگر بآن برخورد نیروی برخورد ضعیف خواهد بود. اما نوترون چون بار الکتریکی ندارد در کمال سهولت وارد هسته میشود. مترجم

ما از راه بمباران ماده ، با سایکلو ترون و سایر اسبابهایی که ذرات اتمی باردار را بحرکت وامیدارند ، اطلاعات زیادی درباره ی اتم و ذرات مشکله ی آن کسب کرده ایم .

فیزیکدانان ، با استفاده از سایکلو ترون ، جنس بسیاری از عناصر را عوض کرده اند و این عمل را استحاله ، یعنی تبدیل عنصری بعنصر دیگر مینامند .

درست است که فقط مقادیر بسیار جزئی عنصری را میتوان بعنصر دیگر تبدیل نمود ولی بالاخره کسی نمیتواند منکر اصل این استحاله باشد .

فصل دوازدهم

طرز کار بمب اتمی

چنانکه در فصل پنجم دیدیم وقتی يك اتم تشکیل میشود، مثلاً وقتی دو اتم ایدرژن تشکیل يك اتم گاز هلیوم را میدهند، مقداری انرژی ممکن است بوجود آید که نتیجه‌ی تبدیل مقدار کمی از ماده بانرژی میباشد. همچنین دانستیم که وقتی اتمها تجزیه و متلاشی شوند، (خواه این عمل مانند اتم رادیوم بطور طبیعی اتفاق افتد یا بوسیله‌ی طریقیکه بدست علمای فیزیک هسته‌ای تکمیل شده است انجام گیرد) مقدار نسبتاً کمی از ماده تبدیل بانرژی میشود. در مورد بمب اتمی این حالت اخیر صادق است، بدین معنی که اتمها را پراکنده و خرد و تبدیل با آحاد کوچکتری مینمایند. اگر جرم یا وزن این آحاد کوچکتر را که از انفجار تولید میشوند جمع و توزین کنیم ملاحظه خواهیم کرد که حاصل جمع از جرم یا وزن اتم منفجر شده کمی کمتر است. این تفاوت وزن عبارت از همان قسمتی از ماده است که ظاهراً نابود شده ولی در واقع بصورت انرژی درآمده. مقداری انرژی بصورت نور شدید نامرئی یعنی بصورت اشعه‌ی ایکس (نور يك نوع انرژی است) و بصورت حرارت، که آن نیز یک نوع انرژی موجی شکل است، درمیآید.

برای آنکه حرارت فوق العاده زیادیرا که در انفجارهای اتمی تولید میشود بتوان در نظر آورد بدینست بدانیم که حرارت حاصل از انفجاریك قاشق ایزوتوپ اورانیوم ۲۳۵ در بمب اتمی معادل حرارت سوخت ۲۰۰/۰۰۰ گالن بنزین یا ۳۰۰/۰۰۰ پوند (۱۴۴) ذغال سنگ است.

از اینجامعلوم میشود که انرژی حاصل از اورانیوم پنج میلیون برابر ذغال سنگ و یاسه میلیون برابر بنزین است. معینا این انرژی عبارت از تمام انرژی يك قاشق ایزوتوپ اورانیوم نیست زیرا فقط مقدار کمی از جرم اورانیوم در ضمن متلاشی شدن اتم ها تبدیل بانرژی میشود. با انرژی که از تبدیل کامل يك گرم ماده بانرژی تولید میشود میتوان سه هزار لوکوموتیو را با ارتفاع ۲۵ میل (۴۰ کیلومتر) بالا برد. وقتی ماده کاملاً بانرژی تبدیل شود هجده میلیارد برابر، از انرژی حاصل از سوخت ذغال سنگ نیرومندتر میباشد.

در سال ۱۹۴۰ علمای فیزیک اتمی بوسیلهی نو تر و نه شروع به بمباران اورانیوم کردند که فیزی سنگین و برنگ خاکستری مایل بسیاه (۱۴۵) است و کمی هم رادیو آکتیو میباشد.

فیزیکدانها ملاحظه کرده بودند که وقتی گلوله های نو ترونی وارد اورانیوم معمولی میشوند مقدار فوق العاده زیادی انرژی تولید میشود. دستگاہهای آزمایشگاهی نشان میدادند که حتی مقادیر کم این

۱۴۴-Gallon معادل ۳/۸ لیتر و Pound معادل ۴۵۴ گرم است. مترجم

۱۴۵- اورانیوم فلز سفید رنگ نقره مانندی است. تصور می رود که

مؤلف رنگ آن را با اکسید اورانیوم اشتباه کرده است. اورانیوم را با علامت

U نشان میدهند. مترجم

انرژی، هم از لحاظ مقدار و هم از سایر جهات، نیرومندترین انرژی است که تا آن روز توانسته بودند ایجاد کنند.

اورانیوم که مورد حمله‌ی گلوله‌های نوترونی آهسته قرار میگرفت مانند جمبعی پرازترقه‌ای بود که بعضی ازترقه‌ها سالم و برخی معیوب باشند. زیرا تاموقعی که گلوله‌های نوترونی میباریدند اتم‌های اورانیوم یکی پس از دیگری و بطرز نامرتبی منفجر میشدند و بمحض آنکه باران گلوله قطع میشد انفجارها هم پایان میپذیرفت. فیزیکدانان اطمینان کامل داشتند که اتمهای اورانیوم منفجر میشود ولی از خود میپرسند پس چرا این انفجار، وقتی شروع شد، خود بخود شیوع و پیشرفت پیدا نمیکند؟

پاسخ باین سؤال در حقیقت پاسخ بطرز کار بمب اتمی میباشد. آنچه در بادی امر موجب حیرت و جلب توجه دانشمندانی میشد که تازه بآزمایشهای بی‌نظم و ترتیب خود در باره‌ی انفجارهای اتمی شروع کرده بودند این بود که پس از هر انفجار اتمی مقدار کمی باریوم بدست می‌آمد و حال آنکه قبل از شروع بمباران اورانیوم بوسیله‌ی نوترونها باریوم وجود نداشت. این باریوم از کجا حاصل شده و چگونه بآنجا راه یافته بود؟ آیا باریوم یکی از قطعات کوچکتري بود که پس از وارد شدن نوترون حيله ساز بهسته‌ای اورانیوم و درهم شکستن این اتم تولید شده بود؟

شماره‌ی اتمی (عده‌ی پروتونها) اورانیوم ۹۲ است در صورتیکه شماره‌ی اتمی باریوم ۵۶ میباشد. اگر باریوم قسمتی از اتم خرد شده‌ی اورانیوم است پس قسمتی که باقی مانده چیست و کجا است؟ وقتی شماره‌ی اتمی فلز باریوم را که ۵۶ است از شماره‌ی اتمی اورانیوم که ۹۲ است کم کنیم حاصل ۳۶ میشود. بنابراین اگر غیر از باریوم قسمت دیگری که

از خرد شدن اورانیوم بدست آمده فقط يك عنصر باشد این عنصر باید دارای شماره‌ی اتمی ۳۶ باشد. آیا اتمی را که دارای این شماره‌ی اتمی باشد می‌شناسیم؟ بله این اتم همان گاز کریپتون (۱۴۶) است که عنصری بسیار کمیاب و جزء گازهای جو می‌باشد. پس آیا می‌توان گفت که نوترون‌های مهاجم اتم اورانیوم را خرد و تبدیل به باریوم و کریپتون کرده اند (۱۴۷)؟

برای تحقیق در این موضوع علمای فیزیک هسته‌ای مقدار انرژی را که از خرد شدن و تبدیل اورانیوم به باریوم و کریپتون ممکن است تولید شود حساب کردند و دیدند که نتیجه‌ی این محاسبه درست برابر با مقدار انرژی است که عملاً از انفجارهای نامنظم اورانیوم بوسیله‌ی نوترون بدست می‌آید (۱۴۸).

دانشمندان میدانستند که اورانیوم در طبیعت مخلوط سه ایزوتوپ U^{234} و U^{235} و U^{238} می‌باشد و این ایزوتوپ آخر قسمت اعظم آن را تشکیل می‌دهد و حال آنکه مقدار نسبی U^{235} فقط $\frac{1}{140}$ است. آیا می‌توان گفت که همین ایزوتوپ U^{235} است که مخصوصاً نسبت به بمباران‌های نوترونی حساس می‌باشد و ایزوتوپ‌های U^{234} و U^{238} موجود در اورانیوم مانند خاک اره‌ی مرطوب در بسته‌ی ترقه‌ی اتمی عمل می‌کنند و از شدت انفجار میکاهند؟ دانشمندانیکه مشغول کاوش بودند اگر مقداری U^{235} خالص

۱۴۶ - Krypton

۱۴۷- مؤلف اعداد مذکور در فوق را بعنوان وزن اتمی ذکر کرده در صورتیکه شماره‌ی اتمی هستند مثلاً وزن اتمی باریوم ۱۳۷ است نه ۵۶ تصور می‌رود اشتباه قلمی رخ داده است. مترجم.

۱۴۸- بطور خلاصه از انفجار اورانیوم U^{235} يك اتم باریوم يك اتم کریپتون و تعدادی نوترون بدست می‌آید. مترجم.

داشتند میتوانستند باین سؤال بزودی پاسخ دهند بهمین جهت بالاخره يك مقدار فوق العاده جزئی (چند تریلیونیم گرم) $U\ 235$ خالص بدست آورده در معرض بمباران نوترونی قرار دادند و نتیجه این آزمایش بدین قرار بود: باوجود آنکه مقدار ماده‌ی مورد آزمایش و در نتیجه انفجار آن بسیار جزئی بود ولی این انفجار با مقایسه با ماده‌ی مصرف شده که از سرسبزجاق هم کمتر بود فوق العاده عظیم و وحشت آورده بوده و بمنزله‌ی اولین بمب اتمی حقیقی بشمار میرفت.

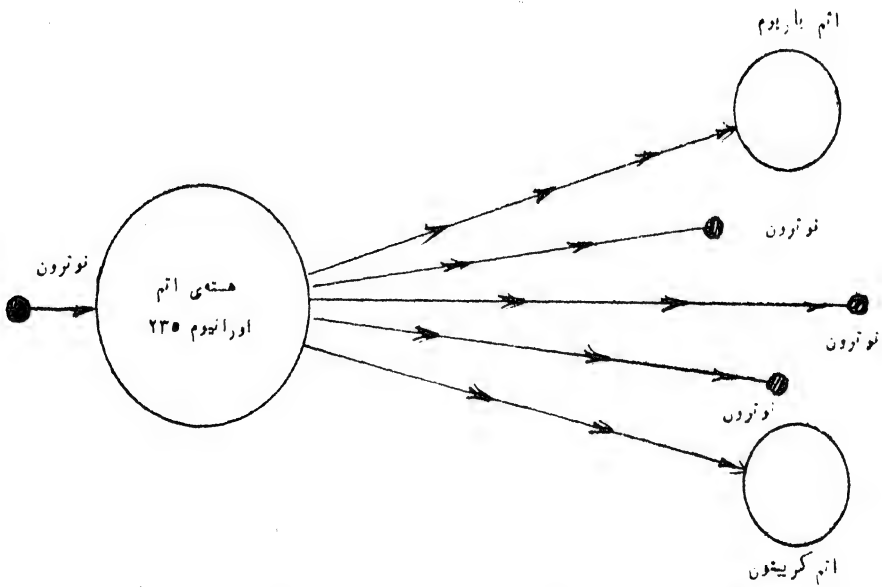
مسئله‌ی دیگری که برای سازندگان بمب اتمی باقی مانده بود، و بحل آن چندان امیدوار نبودند، پیدا کردن طریقه‌ی باصرفه‌ای برای جدا کردن $U\ 235$ از $U\ 238$ و $U\ 238$ (که در طبیعت بسختی باهم پیوستگی دارند) بود.

ولی بالاخره با همکاری کارخانه داران بزرگ امریکائی مقداری $U\ 235$ که برای ساختن بمب‌های اتمی کافی بود بدست آمد. اگرچه طرق دیگری نیز برای منفجر ساختن اتمها موجود است، ولی از ذکر آن خودداری میکنیم چون فعلا ثمری جز مغشوش ساختن ذهن ما نخواهد داشت و گذشته از این، اصول تمام انفجارها یکی است و اگر چگونگی انفجار $U\ 235$ را بفهمیم، در صورت تمایل، برای مطالعه‌ی کتب عالیتري نیز آماده خواهیم بود.

شکل ساده‌ی 36 ما را در فهم اساس بمب اورانیوم 235 كمك میکند. بمنظور سهولت ما انفجار يك اتم اورانیوم 235 را که از عده‌ی کمی از سایر اتمهای همین فلز احاطه شده در نظر میگیریم.

وقتی يك نوترون باین اتم بر بخورد و وارد هسته اش بشود عدم تعادلی در هسته بود می آورد که منجر بمتلاشی شدن اتم مزبور و تبدیل آن به اتمهای کریپتون و باریوم میگردد. نوترونهایی که، پس از این حملهی شدید، از اتمهای شکسته شده آزاد میشوند وارد هستهی اتمهای اورانیوم ۲۳۵ مجاور شده و باعث خرد شدن آنها میگردند و عمل همینطور پیش میرود تا بالاخره در ظرف مدتی کمتر از يك میلیونیم ثانیه رگبارهای نوترونی فوق العاده زیاد پدید می آید که در اتمهای اورانیوم ۲۳۵ نفوذ کرده آنها را درهم میشکنند و بمیزان وحشت آوری انرژی اتمی تولید میکنند.

این نوع خرد شدن اتمها را طریقهی شکافت (فیسین Fission) یا فعل و انفعالات زنجیری گویند. فقط بایک نوترون، که گلوله ای کوچکت



شکل ۳۶. باین ترتیب انفجار يك اتم و آزاد شدن مقداری نوترون باعث انفجار اتمهای مجاور شده و شدت این فعل و انفعال دائماً رو بتراید میرود. در اثر انفجار اتم اورانیوم ۲۳۵ نوترونهای آزاد و اتمهای باریوم و کریپتون بدست می آید.

از اتم است ، میتوان مقادیر زیاد اورانیوم را باین طریق از هم شکافت یعنی درهم شکست . اما داستان ما در اینجا پایان نمییابد .

بدلائی که بحث آن در این مقام لازم بنظر نمیرسد فقط حمله‌ی یک نوترون بیک اتم ^{235}U اورانیوم ، بدون هیچ قید و شرط دیگری ، کافی برای شروع یک انفجار توقف ناپذیر در یک قطعه‌ی اورانیوم نمیباشد و این موضوع حقیقتاً مایه‌ی کمال خوشبختی است چه در غیر این صورت ایجاد مخزن و انباری برای نگاهداری اورانیوم 235 ممکن نبود . نوترونها بسیار حيله گر و چابکند و باسانی تمام میتوانند از ماده عبور کنند . بهمین جهت حبس و نگاهداری آنها باسانی ممکن نیست و میتوانند بسهولت وارد مخازن اورانیوم شده بآن دست یابند . اما خوشبختانه برای آنکه اورانیوم 235 منفجر شود باید یک مقدار کاملاً مشخص و معین آن در معرض حمله‌ی نوترون قرار گیرد والا نوترون بر آن اثری نخواهد داشت . این مقدار کاملاً معین 235 را علمای فیزیک هسته‌ی ما «جرم بحرانی» مینامند .

جرم بحرانی ، یعنی این «جرم کاملاً مشخص و معین» عبارت از مقداری اورانیوم 235 است که باید در معرض گلوله‌های نوترونی قرار گیرد تا بطریق فعل و انفعالات زنجیری منفجر شود . بنابراین اگر 235 را بمقادیر جزئی ، که جرمشان مساوی جرم بحرانی مزبور نباشد ، بطور جدا گانه در انبار نگاهداری کنیم بطوریکه قطعات مختلفی از اورانیوم 235 کاملاً از هم مجزای باشند دیگر خطری در کار نخواهد بود . ولی اگر دو یا چند تا از این قطعات را ناگهان رویهم بریزیم ، بطوریکه وزن آنها برابر «اندازه‌ی بحرانی» شود ، فوراً یک انفجار اتمی رخ میدهد .

باری ما بدین ترتیب بتدریج وبدون آنکه خود آگاه باشیم ، تقریباً

با اصول ساختمانی و طرز کار بمبهای اتمی پی بردیم . فرض کنیم سه قطعه‌ای
 اورانیوم ۲۳۵ که هیچیک بتنهایی برابر جرم بحرانی نبوده ولی حاصل جمع
 آنها مساوی جرم بحرانی باشد (فرض کنیم هر قطعه مثلاً ۵ پوند باشد) در
 يك بمب اتمی بطریقی گذاشته شود که بهیچوجه باهم ارتباط نداشته باشند.
 در لحظه‌ای که میخواهند انفجار صورت بگیرد دستگاه مخصوصی که درون
 بمب کار گذاشته شده این قطعات را با سرعت باهم مجاور ساخته و قطعه‌ای
 برابر با جرم بحرانی درست میکند و در نتیجه انفجار شروع میشود . این
 بود چگونگی کار بمبهای اتمی اولیه . ولی امروزه معتقدند که طرق
 دیگری در نتیجه‌ی کاوش‌های اتمی پیدا شده که میتوان بآن وسیله قطعاتی
 از اورانیوم ۲۳۵ را که سابق بر این غیر بحرانی ، و در نتیجه غیر قابل انفجار
 میدانستند منفجر سازند .

فصل سیزدهم

پسیل اتمی

در مورد بمب اتمی دیدیم که تعداد نوترونهایی که از شکستن چند اتم اولیه اورانیوم ۲۳۵ یا پلوتونیوم (۱۴۹) حاصل میشود بقدری زیاد است که تمام اتمهای اورانیوم مزبور در اثر آن با شدت فوق العاده زیادی خرد میشوند. در اینگونه موارد قدرتی معادل میلیونها اسب بخار در مدتی فوق العاده کمتر از یک ثانیه ایجاد میشود. اگر میسر بود که شکستن اتم ها را کنترل کرده و کاری کنیم که انرژی تولید شده بتدریج و در مدتی طولانی بدست آید میتوانستیم از انرژی حرارتی حاصل شده عملاً، یعنی بنحودلخواه، استفاده کنیم.

این مطلب مانند انفجار یکدسته ترقه میباشد که ممکن است آنها را یکجا و یکمرتبه باهم منفجر کرد یا آنکه یکی یکی و هر یک را هر وقت میل داشته باشیم منفجر سازیم.

۱۴۹ - Plutonium عنصری است بشماره ی اتمی ۹۴ و بوزن اتمی ۲۳۹. این عنصر در طبیعت موجود نیست و بدست بشر بوسیله بمباران اورانیوم در سایکلو ترون ساخته میشود. مانند ^{۲۳۵}اورانیوم بوسیله نوترون منفجر میشود و قدرت انفجار آن از اورانیوم بیشتر است. یکی از سه بمب اتمی جنگ جهانی دوم با پلوتونیوم تهیه شده بود. مترجم

اگر نمیتوانستیم حرکت نوترونها را تحت نظارت و اختیار خود در آوریم آهسته ساختن جریان انرژی اتمی غیر ممکن میگردد. خوشبختانه موادی یافت میشوند، مانند گرافیت معمولی (که برای ساختن مدادهای سیاه معمولی بکار میرود) و فلز کادمیوم، که اگر در مقابل نوترونها مانند دیواره یاسدی قرار گیرند میتوانند آنها را آهسته و یابکلی متوقف سازند. باین ترتیب وقتی مقادیر زیادی اورانیوم ۲۳۵ یا پلوتونیوم که بیش از مقدار بحرانی باشد داشته باشیم میتوانیم متلاشی شدن آنها را بطوری تحت نظارت قرار دهیم که تا میزان معینی پیش برود یعنی بطوریکه مقادیر قابل استفاده ای از مواد اتمی (۱۵۰) و حرارت بدست آید نه آنکه ایجاد انفجار سریع بشود. این موضوع مانند دیک بخاری است با دریچه ای اطمینان در مقابل دیک بخار دیگری که دریچه ای اطمینان نداشته باشد. قطعات کربن (گرافیت)، و کادمیوم یا مخزنهای آب سنگین (۲۵۱) بمنزله دریچه ای اطمینان این «دیکهای اتمی» میباشند و این دیکهای اتمی را پیل اتمی مینامند. در پیلهای اتمی انرژی اتمی بطور تدریجی تولید میشود. در این پیلها نیز فعل و انفعالات زنجیری صورت میگیرد ولی البته محدود به حدودی است.

در این پیلها میلههای کادمیوم و آجرهای گرافیت که برای کند ساختن حرکت نوترونها بکار میروند، بنام مالایم کفنده موسومند. بالاینکه

۱۵۰ - منظور ذرات اصلی اتمی از قبیل الکترونها، پرتونها و

نوترونها است. مترجم

۱۵۱ - آبی است که از ترکیب اکسیژن معمولی با فیدرژن سنگین

تولید میشود. آب معمولی از ترکیب ایدرژن معمولی با اکسیژن بدست

می آید. مترجم

يك نوترون آهسته آسانتر از يك نوترون سریع از خط مستقیم منحرف میشود ولی با نهایت تعجب مشاهده میشود که نوترونهای آهسته بیش از نوترونهای سریع باعث شکافتن اتمها میشوند.

همانطور که برای کاستن از شدت انفجار بنزین بآن نفت اضافه میکنند، برای جلوگیری از انفجار شدید اورانیوم ۲۳۵ و بمنظور کنترل آن میتوان اورانیوم ۲۳۸ یا توریم (۱۵۲) با آن مخلوط کرد.

مقصود از کنترل يك پیل اتمی فوق العاده خوب آنست که شکافتن اتمها را بمیزان معتدل و معینی ثابت نگاهداریم بقسمیکه نه چنان ضعیف باشد که غیر قابل استفاده گردد و نه آنچنان قوی که موجب انفجار شود. پیل های اتمی که امروز بکار میروند دستگاههای فوق العاده پیچیده ای هستند که دارای وسائل کنترل مفصل بوده و همراه با سبابهای الکترونی و مکانیکی متعدد میباشد. مفیدترین کاری که در این مقام میتوان کرد و مانیز امیدواریم از عهدهی انجام آن بر آئیم اینست که با حذف زوائد و ضمائم پیل اتمی اطلاعات ساده و روشنی در خصوص مبانی اصلی آن بدست دهیم تا اگر بعدها بخواهیم در جای دیگری دامنهی مطالعات خود را وسیعتر کنیم لا اقل القبای این موضوع را خوب بدانیم.

باری موفقیت در ساختن يك پیل اتمی فقط منحصر بتهیهی مایم کننده هائیکه بر حرکت و سرعت نوترونهای درون پیل نظارت کنند نمیباشد. تابش نوترونی خطرناکترین تابش هابرای نوع بشر است. بنابراین

۱۵۲ - Thorium فلزی است خاکستری و نك، رادیو آکتیو،

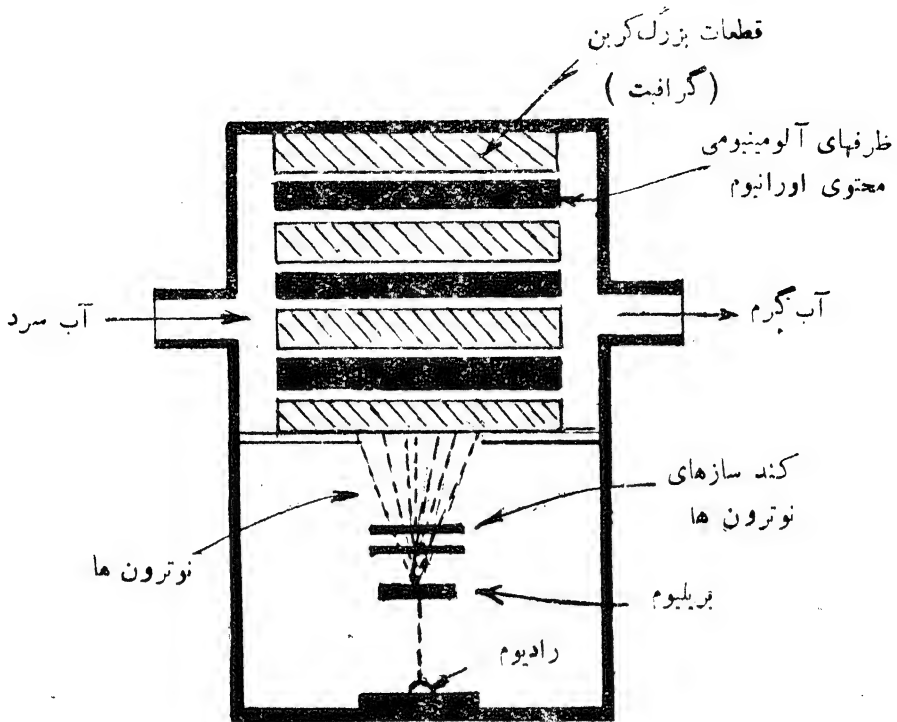
نسبتاً کمیاب و موجود در طبیعت بشماره اتمی آن ۹۰ و وزن اتمی ۲۳۲

مترجم

این پیل ها باید دارای دیواره های بسیار ضخیمی باشند که از عبور نوترون ها و اشعه X جلوگیری کنند تا کسانی که در حوالی آن کار میکنند از آسیب آن مصون بمانند.

اکنون به بینیم عمل نوترون های آهسته و سریع در شکافتن اتم ها چگونه است. در مقدار معینی اورانیوم معمولی (بیاد می آوریم که اورانیوم معمولی در طبیعت مخلوطی است از U^{235} و U^{238} و U^{234}) نوترون هایی که دائماً از اورانیوم 235 بیرون می آیند بقدری سرعت دارند که اکثراً بدون آنکه با اتم ها آسیبی برسانند عبور میکنند. ولی اگر همین اورانیوم را با آجر های گرافیت در پیل اتمی بگذاریم و طوری ترتیب دهیم که نوترون ها در اثر برخورد بگرافیت آهسته شوند آنوقت در شکافتن اتم ها بسیار مؤثر بوده و اتم ها با سرعت و شدت هر چه تمام تر خرد میشوند و از این راه نوترون های دیگری بدست می آید که اینها نیز بنوبه خود وارد هسته های اتم های دیگر U^{235} میشوند و عمل همینطور تکرار میشود. پس معلوم شد که فعل و انفعالات زنجیری با همین نیرنگ، یعنی با کاهش سرعت حرکت نوترون ها، فوق العاده تسریع میشود.

اولین پیل اتمی ساده بنام شبکه بسال ۱۹۴۱ در دانشگاه کلمبیا ساخته شد. این پیل بابعاد $8 \times 8 \times 8$ پا (هر پا ۳۰ سانتی متر) از گرافیت بناشده و در داخل آن ۷ تن اورانیوم طبیعی خالص توزیع شده بود. زیرا این پیل مقدار کمی از مخلوط رادیوم و بریلیوم که منبع دیگری برای تهیه نوترون است قرار داده شده بود (اورانیوم 235 که همراه اورانیوم طبیعی داخل پیل است نیز يك منبع تهیهی نوترون میباشد.) و نوترون های تولید شده وارد اتم های اورانیوم میشد. در این هنگام دانشمندان مشغول



شکل ۴۷ - یک پیل اتمی ساده . در این پیل نوترونهای لازم برای فعل و انفعال از بمباران فلز بریلیوم بتوسط رادیوم ایجاد میشود .

جستجو در این امر بودند که «ضریب تکثیر» ، یعنی میزان پیشرفت فعل و انفعالات زنجیری، بچه چیز بستگی دارد. دومین آزمایش بعمل آمد و اتم ها با شدت نسبتاً زیادی شکافته شدند اما هنوز این شدت برای آنکه فعل و انفعال بر اه افتاده و بخودی خود پیش رود کافی نبود . طبق تحقیقات فرمی (۱۵۳) دانشمند بزرگیکه در هسته‌ای اتم و بخصوص در پیل اتمی کار میکرد،

۱۵۳- Enrico Fermi دانشمند ایتالیائی در سال ۱۹۰۱ بدنیآمد در سال ۱۹۳۸ جایزه نوبل را بمناسبت مطالعه در باب مواد رادیو آکتیو مصنوعی که بوسیله بمبارانهای نوترونی تهیه میشوند برد . بسال ۱۹۳۹ با امریکا مهاجرت کرد. وی اولین کسی است که در پیل اتمی کار کرده و مامور ساختن آن بوده . در کار تکمیل بمب اتمی نیز سهم بزرگی دارد. مترجم

معلوم شد هرچه اندازه‌ی پیل بزرگتر و هرچه موادیکه در آن بکار میروند خالص‌تر باشد ضریب تکثیر بیشتر خواهد بود.

بالاخره پیل اتمی بزرگتری در شیکاگو ساخته شد و نظر فرمی بشوت رسید. مهندسینی که این پیل را ساختند از هیچ‌گونه اقدامات احتیاطی بمنظور جلوگیری از انفجارها، مگر امکان داشت در اثر پیشرفت فعل و انفعالات پیش آید فروگذار نکردند. بدین منظور میله‌هایی افزایز کادمیوم در ساختمان این پیل بکار بردند. (برای شرح بیشتری در این خصوص بکتاب اتم در خدمت بشر مراجعه کنید) این فلز نه تنها از سرعت نوترون‌ها میکاهد بلکه قادر بجذب و متوقف ساختن آنها نیز میباشد و به همین دلیل آنرا «اسفنج نوترون‌ها» میتوان نامید. این میله‌های کادمیومی بطور دقیق درون پیل، جلوی مسیر نوترون‌ها، بقسمی کار گذاشته میشوند که بدین‌خواه بتوان آنها را از پیل خارج کرد و از سر راه نوترون‌ها برداشت یا آنکه در پیل وارد کرد و جلوی مسیر نوترون‌ها قرارداد. وقتی پیل شروع بکار کرد ابتدای میله‌های کادمیوم را خارج میکنند ولی همینکه مشاهده کنند سرعت متلاشی شدن اتم‌ها خیلی زیاد شده با وارد کردن میله‌های کادمیوم آنرا متوقف میسازند. بنا بر این بوسیله‌ی میله‌های کادمیومی میتوان «سپیل نوترونی» یا «شدت نوترون‌ها» را تحت نظارت گرفت و کار پیل را بدین‌خواه تنظیم کرد.

هرچه از نوترون‌ها کمتر جلوگیری شود، شکافت اتم‌ها، همان‌طور که پیش‌بینی میتوان کرد، بیشتر میشود. باین ترتیب که هرگاه سپیل نوترون‌ها را قدری زیاد کنیم فوراً کنتور گایگر-مولر با تیک‌تیک خود اعلام میدار که میزان خرد شدن اتم‌ها نیز بیشتر شده است ولی عملاً این افزایش انفجارهای

اتمى باقى نمانده بزودى ازبين مىرود و براى آنكه ميزان خرد شدن اتمها بالاتر رود دوباره بايد بشدت سيل نوترونى اضافه نمود. علمای حاضر و بويژه دكتور فرمى اطمینان داشتند كه سيل نوترونى با شدت مخصوصى باعث مىشود كه شكافت اتمها با تولید انرژی فوق العاده زیادى خود بخود و بدون کاهش ادامه يابد. ميزان تقریبى انرژی حاصل نیز معلوم بود ولی البته نزدیک شدن بآن حد احتیاط لازم داشت زیرا بالاخره دانشمندان با مواد كشنده اى سروكار داشتند، يعنى با يك نوع ماده‌ی منفجره‌ی جدید و وحشتناكى مواجه بودند. يك اشتباه كوچك در محاسبات ممكن بود بزنگى همه و بزنگى كسانى كه در همسايگى مستقيم پيل بودند خاتمه دهد. بالاخره پيل مزبور بكار انداخته شد. پس از ساعتهاى متوالى آزمایش اضافه كردن تدريجى سيل نوترونى سرانجام بجائى رسيدند كه ديگر عمل پيل رو بكاوش نميرفت و عقربه‌ی دستگاههاى اندازه گيرى كه همراه پيل بود در نقطه‌ی معين وثابتي ايستاده بود و گوشى دستگاه گايگر-مولر تيك تيك شديد و سريع وثابتي ميكرد و تمام اينها نشان ميداد كه حالا ديگر توليد انرژی در پيل خود بخود بميزان ثابتى رسيده و روى همين ميزان باقى مانده و عمل نیز خود بخود در حال ادامه است.

از آن روز تا كنون نه تنها در تكميل ساختمان پيل هاى اتمى به پيشرفت هاى زيادى نائل شده ايم بلكه موارد استعمال بيشتري نیز براى اين قبيل دستگاهها پيدا كرده ايم. اين موارد استعمال ابد اشباهتى بكار بمب هاى اتمى ندارد. بدین معنی كه هدفش، بجای نابودی كامل بشر، نجات زندگی بشر میباشد. در همين پيله‌اى اتمى است (میتوان آنها را فرخوراك پزى اتمى نامید) كه ايزوتوپهاى راديو آكتيوار انهيه ميكند. اين مواد كه در كاوش هاى پزشكي و صنعتي آتیه‌ی

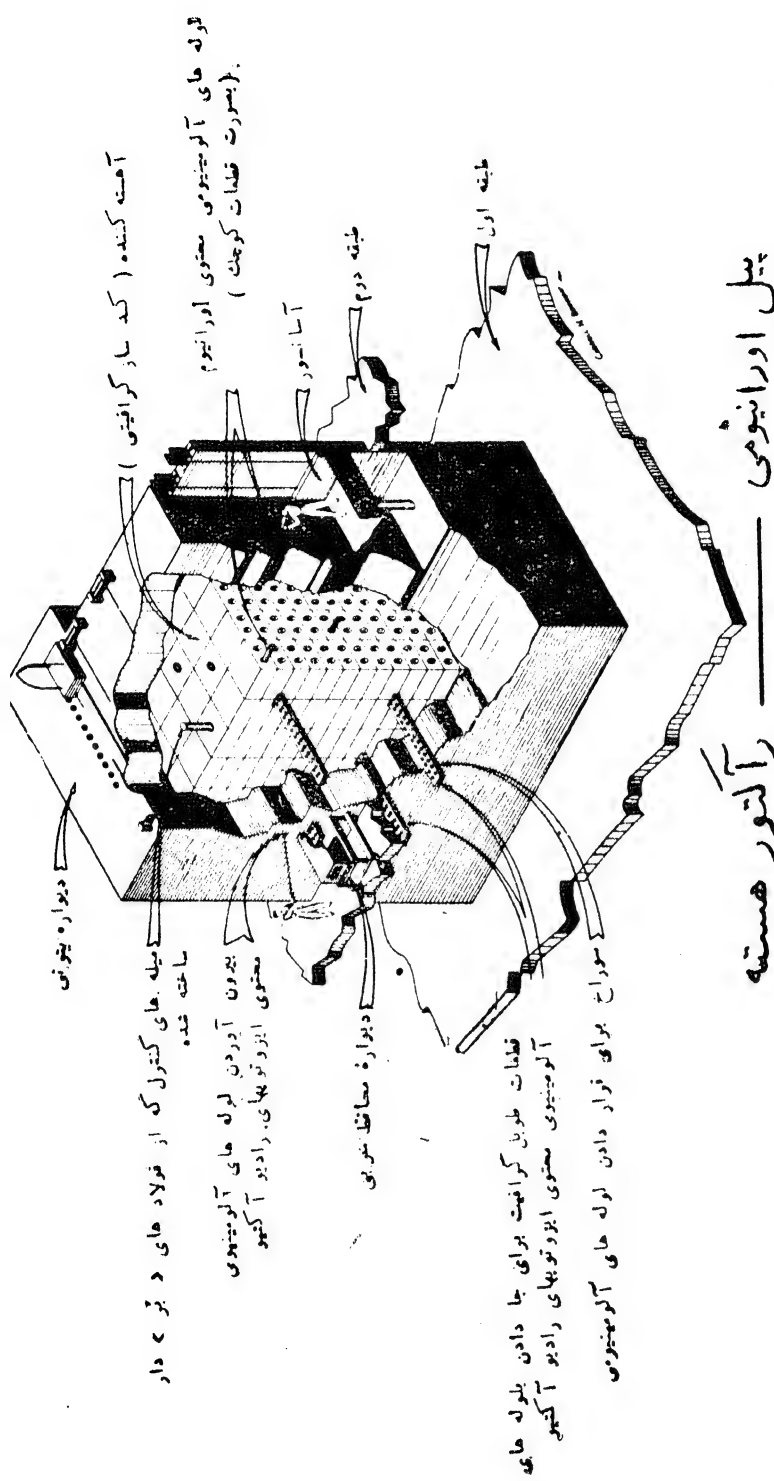
درخشانی را نوید میدهند باین طریق ساخته میشوند که اتمهای مواد معمولی مانند کربن، ید یا فسفر وقتی در پیل های اتمی در معرض طوفانهای شدید نوترونی قرار گیرند تبدیل به ایزوتوپهای رادیو آکتیو میشوند.

بجای پیل های اتمی کوچک $8 \times 8 \times 8$ پا (۸ پا تقریباً دو متر و نیم است) امروزه پیل های اتمی چنان بزرگی وجود دارد که کارکنان آن آن محتاج با استفاده از آسانسور هستند. دورتا دور هر پیل دیواره محافظ بتونی ضخامت ۵ پا (۱۷۵ متر تقریباً) کشیده شده است.

مقدار جامی را که يك پیل اتمی اشغال میکند برای زندگی يك خانواده ی شش نفری (۱۵۴) کافی است. برعکس اولین پیل اتمی که در دانشگاه کلمبیا ساخته شد فقط چند تن وزن داشت وزن پیل های اتمی بزرگ امروز بالغ بر چند هزار تن است. هر پیل اتمی قادر بحفظ و ادامه ی فعل و انفعالات اتم شکنی بطور دائم میباشد و شدت فعل و انفعالات همواره در حدود معین و تحت نظارت دقیق قرار میگیرد.

۱۵۴ - مؤلف فضای لازم برای يك خانواده شش نفری آمریکائی

را در نظر داشته که لا اقل دارای سه اتاق خواب، يك اتاق نهارخوری، يك اتاق پذیرائی، يك اتاق نشیمن، يك اتاق کار، يك اتاق برای بچه ها، يك آشپزخانه، دو حمام و روشویی و مستراح - و يك انبار می باشد.
مترجم



شکل ۴۸ - يك رآکتور هسته‌ای پیل اتمی بزرگ و جدید که فعلاً از آن بهره برداری میشود. این پیل بقدری بزرگ است برای کار کردن با آن مجبور استفاده از آسانسور های الکتریکی هستند. (با تقدیم تشکرواحترام بکمیسون انرژی اتمی)

صل چهارم توان قدرت اتمی

دیدیم که قسمت اعظم انرژی حاصل از انفجارهای اتمی بصورت حرارت است، خواه انفجار سریع باشد (انفجار در بمب اتمی)، خواه آهسته و منظم (انفجار در پیل اتمی). این حرارت از همان نوع حرارتی است که از بخاری یا اجاق بر میخیزد و پنجه‌ی پاهای ما را گرم میکند یا چای و قهوه‌ی صبحانه‌ی ما را میسازد.

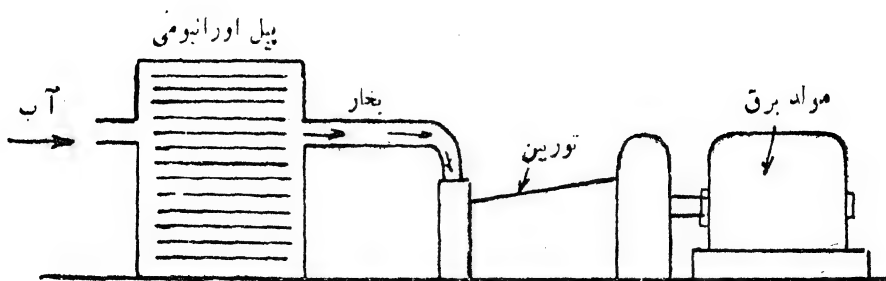
پیل‌های اتمی بمقادیر هنگفتی حرارت تولید میکنند و مقدار حرارت مزبور بستگی با بعد و شدت فعالیت پیل دارد. مثلاً حرارتی که در یکی از پیل‌های اتمی بزرگ اتمی ما تولید میشود بقدری است که برای خارج کردن حرارت حاصل از دستگاه، از رودخانه‌ی کلیمیا (۱۵۵) استفاده میکنند. از این حرارت در شرایط خاصی ممکن است بنحو مناسبی استفاده کرد. هر پیل اتمی، صرف نظر از اینکه بچه منظور یا چگونه ساخته شده باشد، باید

۱۵۵ - رودخانه ایست در ایالت واشنگتن امریکا که باقیانوس آرام

میریزد و این پیل اتمی همان کوره اتمی هنفرد میباشد. مترجم

خنك نگه داشته شود و الا حرارت حاصل کم کم بعدی میرسد که خسارت بزرگی ببار میآورد. در بعضی از نمونه های جدید برای خنك نگه داشتن پیل اتمی از فلز بیسموت (۱۵۶) استفاده میشود باین طریق که فلز از يك طرف وارد پیل شده و در اثر حرارت ذوب میشود و در لوله های مخصوصی بجریان افتاده و بصورت مذاب از طرف دیگر پیل خارج میگردد. بیسموت مذاب در خارج پیل سرد و منجمد شده و دوباره وارد پیل میگردد و این عمل بهمین طریق ادامه مییابد و حرارت تولید شده در پیل را بدین ترتیب خارج میسازد. بنابراین اگر مایع سردی را دائماً از پیل جریان بدهیم باین وسیله خواهیم توانست حرارت را از پیل بیرون ببریم.

استفاده از انرژی اتمی برای مصارف علمی مبتنی بر همین امر است. مثلاً میتوانیم آب را درون پیل اتمی مخصوص حرارت داده ببخار تبدیل کنیم و این بخار را بیک ماشین بخار یا بیک توربین هدایت کرده و آنرا نیز بنوبه ی خود بیک دستگاه مولد برق وصل کنیم و انرژی الکتریکی بدست آوریم و باین ترتیب اولین آرزوی خود، یعنی تبدیل انرژی اتمی ب انرژی مفید را عملی کنیم. تجربیاتی که امروزه بعمل میآید نیز در تعقیب همین نظر است. ساختن اتومبیل، طیاره، لوکوموتیو یا فشفشه ی اتمی البته جزو آرزوهای دور و دراز است زیرا همیشه در دستگاههایی که با انرژی اتمی سروکار دارند باید در درجه ی اول فکری برای تامین جان کارکنان آن دستگاهها بکنیم. سدهای محکم و ضخیم باید بین دستگاه و کسانیکه با آن کار میکنند بکشیم و بالاتابش هایی که در پیل بوجود میآید بتدریج و حتی



شکل ۴۹ - یکی از طرق تبدیل انرژی اتمی با انرژی قابل استفاده اینستکه پیل اتمی را بجای يك ديگ بخار بكار ببریم یعنی آبرو بوسیله‌ی حرارتیکه در پیل تولید میشود بخا کنیم و بوسیله‌ی این بخار دستگاههای مولد برق را بحرکت درآورده انرژی برق بدست آوریم .

آناً موجب مرگ میشود. هیچ اتومبیل، هواپیما یا حتی هیچ لوکوموتیوی امروزه نمیتواند چنین دستگاههای سنگینی را حمل کند و اگر بخواهیم عقیده‌ی دانشمندان را در این بابت قبول کنیم باید بگوئیم که زیر دریائیه‌ها و کشتی‌های جنگی نیز از حمل دستگاههای مزبور عاجزند (۱۵۷). شاید روزی برسد که ما تسلط خود را بر حرکت نوترون‌ها و بر تابش خطرناکی که از شکافتن آنها تولید میشود بقدری توسعه دهیم که بتوانیم موتورهای کوچک و سبکی برای مصرف در اتومبیل‌ها و هواپیماها بسازیم. از طرف دیگر نباید از نظر دور داشت که خیلی امکان دارد بزودی و بطور ناگهانی اکتشافاتی بعمل آید و ماشین‌های اتمی را وارد بازار کند و استفاده از آنها برای همه کس ممکن سازد. آری، جهانی که مادر آن زندگی میکنیم با چنین سرعتی پیش میرود.

۱۵۷ - این کتاب سه سال پیش نگارش یافته. در ۱۷ ژانویه ۱۹۵۵ یعنی تقریباً یکسال پیش دولت امریکا اولین زیر دریائی اتمی خود را بنام نوتیلیوس Nautilus، به آب انداخت شرح ساختمان این زیر دریائی بتفصیل در کتاب اتم در خدمت بشر آمده است.

فصل پنجم

بمب ایدرژنی

در فصل پنجم مطالبی درباره‌ی ترکیب دو اتم ایدرژن و تشکیل یک اتم گاز هلیوم بیان کردیم. همچنین فهمیدیم که وزن یک اتم هلیوم که کمتر از دو اتم ایدرژن (۱۵۸) می‌باشد و به‌نگام ترکیب دو اتم ایدرژن، این تفاوت جزئی تبدیل بانرژی می‌شود. حتی تصور می‌کنند که همین ترکیب دو اتم ایدرژن و تشکیل یک اتم هلیوم است که در کوره‌ی آفتاب انجام گرفته و حرارت فوق‌العاده زیاد کوره‌ی خورشید را که بدون آن زندگی بر روی زمین محال می‌باشد، تولید می‌کند. فراموش کردیم یادآوری کنیم که انرژی تولید شده از این ترکیب هزار برابر انرژی انفجار بمب اتمی است. کمیسیون انرژی اتمی مشغول تهیه تأسیسات بزرگی برای تولید اجزاء این عامل تخریبی مخوف می‌باشد.

در مورد انفجار اتمی، ما کلمه‌ی «شکافت یا شکافتن» (فیسئون FISSION) را بکار بردیم و این کلمه متلاشی شدن و از هم پاشیدن اتم‌ها

۱۵۸ منظور ایدرژن سنگین است که وزن اتمی آن تقریباً ۲ می‌باشد.

مترجم

را می‌رسانید. ولی در مورد بمب ایدرژنی کلمه‌ی «پیوند» (فوزیون) را بکار می‌بریم، زیرا در این بمب ترکیب دو اتم ایدرژن و تشکیل یک اتم هلیوم مانند آنست که دو اتم ایدرژن بهم جوش می‌خورند و باهم پیوند یافته جسم واحدی را تشکیل می‌دهند.

طرز تولید انرژی اتمی در مورد بمب اتم، چنانکه ملاحظه کردیم، طوری است (۱۵۹) که نویدهای مسرت بخشی می‌دهد و کمک‌های بزرگی بکشورها و بتمام دنیا در زمان صلح خواهد کرد و حال آنکه بمب ایدرژن فعلاً بجز مقداری انرژی غیر قابل و نظارت که فقط بکار مقاصد نظامی می‌خورد چیز دیگری بپا ندیده نمی‌کند. فعل و انفعالات اتمی معمولی را ممکن است بقدری آهسته و رام کرد که جریان ملایم و دائمی از انرژی قابل استفاده برای تولید نیروی برق و برای صنعت بدست آورد و حال آنکه وقتی فعل و انفعال ایدرژنی شروع شود دیگر آنرا نمیتوان تحت تسلط در آورد. (امروز مشغول مطالعه در کیفیت کنترل این انرژی نیز می‌باشند و شاید بزودی به نتیجه‌ی مثبت برسند. مترجم)

انفجار در بمب اتمی باین طریق صورت می‌گیرد که دویا چند قطعه از ماده‌ی قابل انفجار اتمی را (U ۲۳۵) ناگهان بهم نزدیک می‌کنند تا جرم آنها برابر مقداری شود که فیزیک دانها آنرا جرم بحرانی می‌گویند و آنوقت، بدون آنکه انرژی از خارج بآن بدهیم، انفجار بخودی خود شروع می‌شود و در نتیجه مقدار فوق العاده زیادی انرژی که بیشتر آن بشکل حرارت است رها می‌گردد.

برای ترکاندن يك ترقه باید حرارت بیاروت آن رسانید تا انفجاری که صرفاً جنبه‌ی شیمیائی دارد انجام گیرد و این عمل بتوسط يك چاشنی صورت میگیرد. بمب ایدرژن نیز چاشنی میخواهد ولی این چاشنی، بر خلاف چاشنی ترقه، فقط يك کبریت نیست بلکه چاشنی قوی‌تری لازم است حرارتی که برای راه انداختن فعل و انفعالات ایدرژنی لازم داریم چندین میلیون درجه است و فقط يك چیز میتواند چنین حرارتی را در اختیار ما بگذارد و آن بمب اتمی است. پس يك بمب ایدرژنی بناچار ترکیبی است از يك بمب اتمی، که بمنزله‌ی چاشنی میباشد؛ و يك بمب ساده‌ی ایدرژن که بمب اتمی مزبور را احاطه کرده و باید ابتدا بمب اتمی منفجر شود تا گرمای لازم برای تحريك انفجار بمب ایدرژن را تولید کند.

ما اکنون فقط میدانیم که در بمب ایدرژن يك نوع فعل و افعال ایدرژنی بوجود میپیوندد و هر مطلب دیگری که در این باره گفته شود چیزی جز تخیل بیش نیست زیرا اسرار این بمب و انفجارهای ایدرژنی بعلت حفظ مصالح کشور مکتوم مانده است،

ایدرژنیکه در این فعل و انفعالات شرکت میکند و سر انجام اتم هلیوم را بوجود میآورد فقط منحصر به ایدرژن متعارفی نیست بلکه ایدرژن سنگین (بوزن اتمی ۲) و تریتیوم (۱۶۰) (بوزن اتمی ۳) نیز چنانکه سابقاً اشاره کردیم در این فعل و انفعالات دخالت دارند. اکنون ایدرژن متعارف را که وزن اتمیش يك است پروتیوم (۱۶۱) و ایدرژن سنگین را

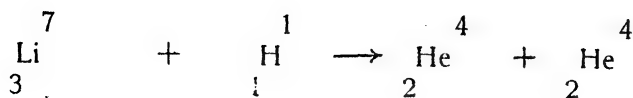
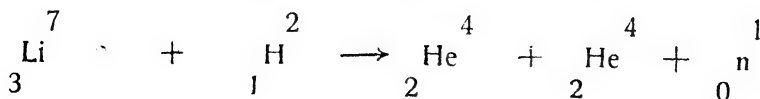
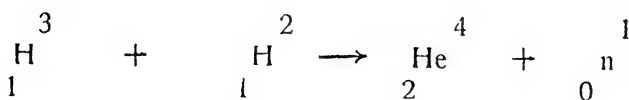
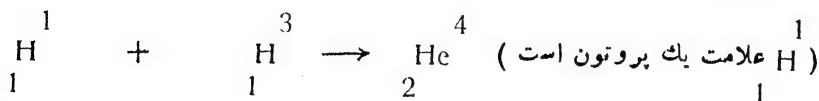
دوتریوم (۱۶۲) مینامند.

از تحقیقات علمی که بعمل آمده چنین بر میآید که از راه ترکیبات متعددی میتوان انفجارهای ایدرژنی تولید کرد. یکی آنکه يك پروتون را بایك اتم تریتیوم ترکیب کنیم دیگر آنکه ممکن است تریتیوم و دوتریوم را بكمك حرارت زیاد باهم ترکیب و باین وسیله تولید انفجار نمود. ترکیب لیتیوم با دوتریوم یا ترکیب لیتیوم با پروتون نیز طریقه‌ی دیگری برای تولید انفجار ایدرژنی است (۱۶۳)

۱۶۲- Deuterium

۱۶۳- معادلات فعل و انفعالات اتمی فوق را بترتیب میتوان بصورت

زیر نوشت.



فصل شانزدهم

در جستجوی اورانیوم

برای تکمیل چنین کتابی لازم است که در آن ذکری از جستجوی معادن اورانیوم نیز بمیان آید ، زیرا اورانیوم نه تنها ماده‌ی اصلی بمب اتمی و پیل‌های قدرت زای اتمی است بلکه برای ساختن بمب ایدرژنی هم لازم می‌باشد و بنابراین اگر ایالات متحده‌ی امریکا دارای ذخائر فراوانی از این فلز نباشد تمام دقائق و اطلاعات فنی درباره‌ی انرژی اتمی بیه‌مصرف خواهد ماند . از آنچه تاکنون معلوم شده چنین بر می‌آید که ذخیره‌ی اورانیوم جهان تمام نشدنی نیست . ما هنوز دقیقاً نمی‌دانیم که پایان آن کی و کجاست ولی قدر مسلم آنست که ذخیره‌ی اورانیوم ، با در نظر گرفتن جمیع احتمالات ، کافی نمی‌باشد . کشور ما باید همواره در صدد کشف معادن اورانیوم جدیدی باشد که عیار اورانیوم آن برای تضمین مزد کارکنان و سایر مخارج کافی باشد . جستجو ، از هم اکنون شروع شده است . مانند دسته‌ی مشهور « جویندگان طلا » (۱۶۴) در قرن نوزده ، امروز هم عده‌ای بدنبال ماده‌ای

۱۶۴ این دسته که Forty - niners نامیده می‌شدند کسانی بودند که

بلافاصله پس از کشف فلز طلا در سال ۱۸۴۹ برای بدست آوردن این فلز

بطرف کالیفرنیا رهسپار شدند . مترجم

در زمین میگردند که از طلا قیمتی تر و مفیدتر و برای آینده‌ی کشور آمریکا بمراتب با اهمیت تر است. کمیسیون انرژی اتمی مانده تنها بجویندگان اورانیوم کمک میکند بلکه جایزه‌هایی هم میپردازد تا بدینوسیله مردم را تشویق بآبراز فعالیت در جستجوی اورانیوم بنماید. کسانی که معادنی کشف کنند که عیار اورانیومش از حد معینی بیشتر باشد و بتواند مقدار معینی اورانیوم بدهد جایزه‌ای بمبلغ ده هزار دلار دریافت خواهند کرد و تازه این مبلغ، نسبت بمبالغ هنگفتی که از خود معدن نصیب آنها خواهد شد (۱۶۵) مقدار ناچیزی است.

اورانیوم و سایر مواد رادیو آکتیو همه جا در زمین وجود دارد منتهی بطوریکه نواخت پراکنده نشده‌اند بطوریکه بعضی نقاط از این حیث غنی تر از سایر نقاط اند. این فلز سنگین خاکستری رنگت روی هم رفته یک ده هزارم پوسته‌ی زمین را تشکیل میدهد ولی عیار آن در بعضی از نقاط مکشوف و نیز در بعضی از نقاط نامکشوف خیلی بیشتر از این مقدار است. امور این دنیای جدید اتمی بقراری است که آینده‌ی ایالات متحده‌ی آمریکا با انرژی اتمی بستگی دارد: آینده آمریکا از لحاظ نیروی نظامی آینده‌ی آمریکا از لحاظ قدرت عظیم صنعتی و از نظر پیشرفتهای اجتماعی و فراوانی نعمت برای همه.

اکنون در ایالات متحده‌ی آمریکا، جویندگان اورانیوم از پیر گرفته تا جوان، با کنتورهای گایگرمولر خود مشغول جستجوی اورانیوم در زمین میباشند. این جویندگان اورانیوم بروی تپه‌ها و دشتهای، در آنجائیکه ایالات

اوتا، کولورادو، آریزونا و نیومکزیکو باهم تلاقی میکنند پراکنده شده اند. همچنین معلوم شده که در ایالات نوادا، وایومینگ، مونتانا و میشیگان (۱۶۶) نیز معادنی یافت میشود. در این سرزمین های پهناور، اورانیوم بصورت اکسید اورانیوم (U_3O_8) و بمقادیر متفاوتی وجود دارد. مقدار آن در پاره ای از نقاط بقدری کم است که بزحمت استخراج نیاززد و در بعضی جاها بقدری است که ارزش استخراج دارد و شاید در بعضی نقاط دیگر، که هنوز کشف نشده، مقدار اورانیوم بقدری زیاد باشد که جوینده را ثروتمند سازد. فعلا چند معدن کوچک بتوسط اشخاص در در این ناحیه کشف و بطور خصوصی بهره برداری شده است. در این گونه موارد، کمسیون انرژی اتمی نه تنها مایل و مشتاق کمک و راهنمایی کردن است، بلکه هر تن از این سنگ معدنی قیمتی را که از عمق بروی زمین آورده و برای حمل و نقل آماده شده باشد بقیمت خوبی میخرد. اورانیوم جویان امروزی، برعکس طلا جویان ریشوی دیروز، جوانانی هستند که عده ای، بجستجوی معدن، زمین را میشکافند و سنگ ها را آزمایش میکنند و عده ای دیگری که معدنی را یافته اند روی سنگ های معدنی خود کار میکنند، و همه همواره امیدوارند که بخت یاری کند و بمعدنی که عیارش فوق العاده خوب باشد برخورد کنند.

بطور کلی، وقتی معدن نزدیک سطح زمین بوده و خیلی عمقی نباشد عملیات معدن شکافی بسیار ساده است، زیرا نیازی بدستگاههای تلمبه برای خارج کردن آب نیست و بعلاوه، این معدنچیان جدید در این صورت

بدستگاههای سنگین و گران قیمتی (مانند دستگاه حفاری ، دستگاه : خارج کردن سنگهای معدنی و دستگاه بعمل آوردن سنگها و آماده کردن آنها) نیز احتیاجی ندارند . بعضی از جوانان متهور و پرکار جز بکلنگ و ویل و ارابه‌ی دستی بچیز گران قیمت تر و پیچیده‌تری محتاج نیستند .

ملاحظه میشود که لوازم کار در معادن اورانیوم طوری است که هم برای عاملین کوچک و هم برای عاملین بزرگ محلی برای فعالیت موجود است . عده‌ی کمی از این معادن بقدری بسطح زمین نزدیک است که تقریباً بلاواسطه و بلافاصله میتوان بسنگ معدنی دست یافت .

جوانانیکه از آلودن دست بگل و خاک و از بکار انداختن عضلات خود باك ندارند سودی که از يك معدن متوسط العیار نصیبشان میشود ممکن است مبالغ قابل توجهی باشد . بازار اورانیوم همواره کسادناشدنی و گرم است . احتیاج و کیف پر از پول عموماً ضامن این مدعا است . سنگ معدنی متوسط بیش از تنی ده دلار و سنگهای خیلی خوب تاتنی شصت و شش دلار بفروش میرسد . البته ممکن است بجستجوی اورانیوم باینطرف و آنطرف گشتن و زمین راز و رو کردن کار مشکلی باشد ولی لطف پيشاهنگی و جهانگردی و انتظار يك « بر خورد بزرگ » و ثروت هنگفت همیشه در آن نهفته است .

معنی لغات علمی مندرج در این کتاب

(از مترجم)

آب سنگین. آبی است مرکب از ایدرژن سنگین و اکسیژن. اگر آب سنگین جلوی راه نوترونهای سریع قرار گیرد حرکت آنها را آهسته میکند و از همین خاصیت آن در بمباران نوترونی استفاده میشود.

اتم (Atom). واحد ساختمانی جسم ساده یعنی کوچکترین قطعه‌ی يك جسم ساده است؛ بطوریکه اگر بخواهند آنرا تقسیم و کوچکتر کنند متلاشی شود و خاصیت خود را از دست بدهد و با جسم سبکتری تبدیل گردد. اتم را سابق بر این جزء تقسیم ناپذیری دانسته و بهمین سبب آنرا جزء لایعجزی مینامیدند (کلمه‌ی اتم که لغت یونانی است نیز همین معنی را میدهد) ولی امروزه اتم را متشکل از الکترون (-) و پروتون (+) و نوترون (خنثی) میدانند.

اختلاف سطح الکتریکی. عاملی است که سبب برقراری جریان برق در يك جسم هادی مانند سیمهای فلزی میشود. هر چه اختلاف سطح الکتریکی بیشتر باشد جریان برق بهتر یعنی بسرعت بیشتر از سیمها میگذرد. اختلاف سطح الکتریکی را ولتاژ یا اختلاف فشار الکتریکی گویند و بر حسب ولت بیان میکنند. مثلاً اختلاف سطح برق تهران ۲۲۰ ولت است.

اشعه‌ی آلفا (α) . بکلمه‌ی ذرات آلفا مراجعه شود .

اشعه‌ی ایکس (X) . اشعه‌ی نامرئی که از بسیاری مواد منجمله بدن انسان می‌گذرد از مواد سبک‌تر از قبیل کاغذ ، چوب ، پارچه ، آلومینیوم . گوشت بدن بهتر و از مواد سنگین‌تر از قبیل سرب ، استخوان ، بلور (بعلت داشتن سرب) سخت‌تر می‌گذرد . از همین خاصیت در پزشکی برای عکس برداری از بدن واحشاء استفاده می‌کنند .

اشعه‌ی بتا (β) بکلمه‌ی ذرات بتا مراجعه شود .

اشعه‌ی کیهانی . اشعه‌ی نامرئی که از فوق جو دائماً بر سطح کره‌ی زمین می‌تابند . این اشعه دارای انرژی و قدرت نفوذ فوق‌العاده‌ی زیادی هستند بطوریکه مقدار زیادی در عمق زمین فرو می‌روند . تصور می‌کنند که قسمت اعظم اشعه‌ی کیهانی در اصل از پروتون تشکیل شده و این پروتونها در اثر برخورد با ذرات هوای جو آنها را متلاشی کرده تولید الکترون ، پروتون ، نوترون می‌کنند که اینها را اشعه‌ی کیهانی-ی ثانوی گویند . این اشعه نیز بنوبه‌ی خود تولید اشعه‌ی کیهانی درجه سوم می‌کنند و همینطور اما آخر .

اشعه‌ی گاما (γ) یکنوع اشعه‌ی ایکس نافذتر و قویتر است که دائماً از رادیوم و سایر مواد رادیو آکتیو بیرون می‌آید .

اتاق ابری ویلسون . دستگاهی است که مسیر حرکت ذرات باردار اتمی را بشکل تیر شهاب که شبها در آسمان دیده‌اید نشان می‌دهد .

الکتروود (Electrode) . جسم هادی است که در دستگاهی قرار دارد و مخصوص اتصال بجریان برق میباشد . یک دستگاه ممکن است دو الکتروود یا بیشتر داشته باشد .

الکترون (Electron) واحد ساختمانی الکتریسیته‌ی منفی یعنی کوچکترین ذره‌ی الکتریسته‌ی منفی است. الکترون یکی از اجزاء ساختمان اتم است.

الکترون آزاد الکترونهايک که جریان برق را در اجسام هادی بوجود می‌آورند.

الکترون ظرفیت - الکترونهاي مدارهای خارجی يك عنصر. تعداد این الکترونها برابر ظرفیت شیمیایی عنصر است.

الکتر یسته . یکنوع انرژی است که تولید انرژی نورانی ، حرارتی ، شیمیایی ، مکانیکی و غیره میکند. الکتریسته بوسیله مالش و بوسیله فعل و انفعالات شیمیایی (چراغ قوه‌ی جیبی) و بوسیله دخالت مغناطیس (در دینام اتومبیل و دوجرخه) ساخته میشود.

الکتر یسته جاری . ما آن را برق یا جریان برق مینامیم. از حرکت الکترونها در يك هادی تولید میشود.

الکتر یسته‌ی ساکن . در اثر مالش در اجسام پیدامیشود و بردونوع است :

۱ - **الکتر یسته‌ی منفی** که عبارتست از اجتماع الکترونها بحال سکون در يك جسم ۲ - **الکتر یسته مثبت** که کوچکترین جزء آن پروتون نام دارد و در اثر کم بود الکترون یا زیادتی پروتون در يك جسم بوجود می‌آید

الکتر یسته نما (الکتروسکپ Electroscop) دستگاهی است که وجود الکتریسته را نشان میدهد.

آلومینیوم (Aluminium) . فلز سفید رنگی است. علاوه بر مصارف آشپزخانه در صنعت نیز مورد استعمال زیاد دارد.

آمپراژ (Amperage) بکلمه‌ی شدت جریان برق مراجعه شود

انرژی . قابلیت انجام کار را انرژی گویند. مثلاً میکویم الکتریسیته دارای انرژی است زیرا الکتریسیته میتواند برای ما کار انجام دهد. انرژی الکتریسیته را انرژی الکتریکی گوئیم. انرژی انواع مختلف دارد که مهمترین آنها بدین قرار است: انرژی حرارتی (یعنی انرژی مربوط به حرارت) ، انرژی حرکتی (زیرا هر جسمی که دارای حرکت و سرعت باشد میتواند کار انجام دهد) ، انرژی شیمیایی (انرژی حاصل شده از فعل و انفعالات شیمیایی) و انرژی اتمی که از تمام اقسام انرژی نیرومندتر است و در اثر انفجارهای اتمی یا فعل و انفعالات هسته‌ای تولید میشود. کلمه‌ی انرژی در محاورات روزانه نیز مصرف میشود مثلاً میگویند این شخص دارای انرژی است. یعنی «آدم پر کاری» است. اورانیوم (Uranium) . فلزی سنگین و سفید نقره‌ای فام و رادیو آکتیو است. سنگ معدنی آن پیچ‌بلند (Pitchblende) و کارنویت است. اورانیوم بسال ۱۷۸۹ توسط کلپروث کشف شد. این فلز دارای سه ایزوتوپ است: U^{238} و U^{235} و U^{234} است. درصد گرم اورانیوم طبیعی $\frac{99}{100}$ گرم U^{238} و $\frac{692}{1000000}$ گرم U^{235} و $\frac{8}{1000000}$ گرم U^{234} وجود دارد. اورانیوم که امروز از منابع فوق‌العاده پر اهمیت انرژی اتمی است در بمب و پیل اتمی مصرف میشود. قابلیت انفجار اتمی و تولید انرژی U^{235} از دوایزوتوپ دیگر فوق‌العاده بیشتر است

ایدروژن . عنصری است گازی شکل بی‌رنگ ، بی‌بو و بی‌طعم از تمام عناصر سبک‌تر است. در هوای معمولی بحال آزاد بمقدار فوق‌العاده

ناچیز وجود دارد. آب از ترکیب ایدرژن و اکسیژن بوجود آمده بطوریکه در ۹ گرم آب يك گرم ایدرژن و ۸ گرم اکسیژن وجود دارد. ایدرژن دارای سه ایزوتوپ است: ۱ - ایدرژن متعارفی یا ایدرژن سبك ۲ - ایدرژن سنگین (دوتریوم) یا ایدرژن «دووزن» ۳ - ایدرژن «سه وزن» (تریتمیوم). مقدار ایدرژن سبك (پروتیوم) ۹۸/۹۸ درصد ایدرژن طبیعی است.

ایدرژن سنگین (Deuterium). وزن اتمی آن ۲ و مقدار آن ۰/۰۲ در صد ایدرژن طبیعی است.

ایزوتوپ (Isotope). عنصری که از حیث خواص شیمیایی و تعداد الکترونها و پروتونها مشابه عنصر دیگری باشد فقط در وزن اتمی با آن عنصر تفاوت داشته باشد. در شیمی عنصر اصلی و ایزوتوپهای آن را روی هم رفته فقط يك عنصر حساب میکنند. مثلاً اورانیوم دارای سه ایزوتوپ است که عنصر اصلی U^{238} است که مقدار درصد آن ۹۹/۳ گرم درصد اورانیوم طبیعی است. دو ایزوتوپ دیگر U^{235} و U^{234} میباشد که مقدار درصد آنها بسیار جزئی است. به اورانیوم مراجعه شود.

اینچ (Inch). معادل ۲/۵۴ سانتی متر.

بارالکتریکی. وجود الکتریسیتهی ساکن مثبت یا منفی در يك جسم جسمی که دارای مقدار الکتریسیتهی ساکن است میگویند دارای بار الکتریکی است.

باردار. جسمی که دارای بار الکتریکی است. وقتی میگوئیم فلان جسم باردار میباشد یعنی دارای مقداری الکتریسیتهی ساکن مثبت یا

منفی است

بار شده . جسمی را که دارای بار الکتریکی کرده اند . مثلاً میگوئیم «يك الكتریسته نماى بار شده» یعنى الكتریسته نمائیکه بآن بار الکتریکی داده ایم .

بار کردن . دادن الكتریسته‌ی ساکن بجسمی ، مثلاً میگوئیم : «بار کردن الكتریسته نما»

باریوم (Barium) فلزی است سفید نقره‌ای فام .

باتری . مجموعه‌ی دو یا چند پیل الکتریکی . مثلاً قوه‌ی کتابی چ-راغ قوه‌ی جیمی يك باتری است که از سه پیل تشکیل شده .

بریلیوم (Beryllium) یا گلو سینیوم (Glucinium) - فلزی کمیاب و فولادی رنگ است . اگر این عنصر بوسیله‌ی رادیوم بمباران شود تولید نوترون میکند و بهمین جهت بریلیوم و رادیوم را در پیل اتمی بعنوان منبع نوترون بکار میبرند .

پا (Foot) . واحد طول انگلیسی و امریکائی معادل ۳۰/۵ سانتی متر تقریباً .

پدیده . اتفاق کیفیت ، امر ، حادثه یا اثریکه بظهور برسد . مثلاً میگوئیم برق زدن در آسمان يك پدیده‌ی الکتریکی و قوس و قزح يك پدیده‌ی نوری است .

پر تناوب . جریان برق متناوبی که تناوبش (فرکانسش) خیلی زیاد باشد . پروتون (Proton) کوچکترین ذره‌ی الكتریسته‌ی مثبت . پروتون یکی از اجزاء مشکله‌ی اتم است که فقط در هسته‌ی اتم وجود دارد . پوند (Pound) واحد وزن امریکائی و انگلیسی معادل ۴۵۳/۶ گرم است .

پیل اتمی . دستگاهی است که در آن انفجارهای اتمی را تحت نظارت قرار داده و شدت فعل و انفعالات هسته ای را بمیزان دلخواه رسانیده و ثابت نگاه میدارند و از انرژی تولیدشده برای بخار کردن آب و از بخار آب بحرکت در آوردن دستگاههای مولد برق استفاده میکنند . ضمناً در پیل اتمی موادی را تحت بمبارانهای نوترونی یا پروتونی قرار داده و از آنها ایزوتوپهای رادیو ، آکتیو میسازند که در کشاورزی و پزشکی مصرف میشود . پیل های اتمی امروز ساختمان های فوق العاده بزرگی هستند که بزرگی بعضی از آنها بیک عمارت چند طبقه میرسد ، بطوریکه کارکنان این دستگاهها مجبور با استفاده از آسانسور میباشند . ماده ای که در پیل اتمی منفجر میشود و تولید انرژی اتمی میکند اورانیوم است و این انفجار اتمی در اثر گلوله های نوترونی که سرعت کمی دارند انجام میگردد .

پیل الکتریکی . دستگاهی است که در اثر فعل و انفعالات شیمیائی که درون آن انجام میگردد ، تولید جریان برق میکند . یک نوع از پیل های الکتریکی را پیل خشک مینامند که همان قوه های چراغ جیبی و باتریهای خشک رادیو میباشد .

پیوند (Fusion) نوع مخصوصی از انفجار اتمی که در اثر بهم پیوستن هسته های چند اتم ایجاد میشود مانند انفجار بمب ایدرژنی .

تابش یا تشعشع . خروج انرژی از ماده بصورت موج یا بصورت ذره . مثلاً مواد رادیو آکتیو دائماً انرژی حرارتی ، اشعه ی گاما ، ذرات بتا (الکترون) و ذرات آلفا (هلیون) از خود خارج میکنند و تمام اینها میگویند : تابش مواد رادیو آکتیو . همچنین تابش اشعه ی

ایکس ؛ تابش نوترونی تابش الکترونی و غیره نیز داریم .
تخلیه . خارج کردن هوا یا گازهای موجود در یک محل . مثلاً : تخلیه
هوای درون شیشه .

تخلیه الکتریکی ۱ - از بین رفتن یا از بین بردن بار الکتریکی یک جسم
باردار مثلاً : تخلیه الکتریسیته نماینی از بین رفتن بار الکتریکی
الکتریسیته نما ۲۰ - عبور دادن جریان برق از لوله ای که هوای
داخل آنرا فوق العاده کم کرده باشند . مثلاً : تخلیه الکتریکی
در لوله ی کروکس .

تشعشع . بکلمه ی تابش مراجعه شود.

تناوب . تعداد نوساناتی را گویند که جریان متناوب در یک ثانیه میکند . (این
کلمه غلط مصطلحی است زیرا تناوب یعنی متناوب بودن) نوسان
یعنی رفت و آمد، مانند حرکت لنگر ساعت های دیواری . یک رفت
و آمد را رویهم رفته یک نوسان کامل گویند . مثال : تناوب برق
تهران ۵۰ است، یعنی جریان برق در هر ثانیه ۵۰ نوسان کامل
میکند .

توربین (Turbine) . دستگاهی است متشکل از چرخهای پره دار وقتی
آب یا بخار آب یا گاز دیگری با فشار زیاد به پره های دستگاه
بخورد، آنرا با سرعت میگرداند و هر چه فشار بیشتر باشد سرعت
دوران توربین بیشتر است . توربین ها قویترین موتور هائی هستند
که تا کنون ساخته شده و آنها را برای حرکت انداختن دستگاه های
مولد برق و کشتی ها و بعضی هواپیماها بکار میبرند . کارخانه ی
برق تهران با توربین بخار کار میکند . آسیا های قدیمی خودمان هم

يك نوع بسیار ساده و اولیه‌ی تورین آبی است.

توریوم (Thorium) فلزی خاکستری رنگ، کمیاب و رادیو آکتیو است. این فلز نیز مانند رادیوم و اورانیوم یکی از منابع انرژی اتمی است. بعضی ترکیبات آنهم در پزشکی مصرف دارد.

جدول تناوبی . هر گاه عناصر موجود در طبیعت را بر حسب وزن اتمی و بترتیب صعودی دنبال هم بنویسیم، صرف نظر از اولین عنصر (ایدروژن) مابقی عناصر کیفیت عجیب و مخصوصی را نشان میدهند که بتوسط **مندله‌یف Mendelejeff** ، شیمی دان روسی، بسال ۱۸۶۹ کشف و بقانون تناوبی موسوم گردید و خلاصه‌ی آن بدین قرار است:

هر عنصری در این جدول، از حیث خواص فیزیکی و شیمیایی، به هشتمین عنصریکه پس از آن واقع شده شباهت تام دارد. مثلاً لیتیم، سدیم و پتاسیم، که هر کدام هفت عنصر باهم فاصله دارند کاملاً شبیه یکدیگرند. حال اگر عناصر طبیعی را بهمان طریقی که ذکر شد، یعنی بر حسب وزن اتمی و بترتیب صعودی طوری دنبال هم بنویسیم که ضمناً عناصر شبیه بهم زیر هم قرار گیرند جدولی بدست می‌آید که جدول تناوبی نامیده میشود البته مطالب مربوط به جدول تناوبی بهمین جا ختم نمیشود و بهمین سادگی ها نیست و چند مورد استثنائی نیز در آن وجود دارد، ولی فعلاً ما بهمین مختصر قناعت کرده و بجای جدول تناوبی، فهرستی از عناصر طبیعی بترتیب شماره اتمی در آخر کتاب بدست میدهم.

جرم . فعلاً باین تعریف ساده قناعت میکنیم : جرم يك جسم عبارتست از مجموعه‌ی ذراتی که دور هم جمع شده و آن جسم را ساخته اند. جرم

هر جسم مقدار ثابتی است و هر اندازه که از زمین بالا یا در اعماق دره ها پائین برویم تغییری در جرم جسم پیدا نمیشود (بوزن مراجعه کنید تا فرق آن با جرم معلوم شود). واحد جرم گرم است.

جرم بحرانی . برای آنکه U_{235} منفجر شود باید جرم معینی داشته باشد. این جرم معین را جرم بحرانی گویند.

جریان متصل . جریان برقی را گویند که جهت حرکت آن در سیم ثابت و لا یتغیر باشد. مانند جریان برق حاصل از پیل های الکتریکی .

جریان متناوب . (آلتر ناتیف) جریان برقی است که در سیم نوسان کند (به تناوب رجوع کنید). یعنی گاهی از يك جهت و زمانی از جهت مخالف آن در سیم جریان یابد. مانند برق تهران و جریان حاصل از دینام دو چرخه.

جسم ساده یا عنصر . جسمی را گویند که بوسائل شیمیایی تجزیه پذیر نبوده و تبدیل با اجسام سبک تر از خود نشود . تعداد عناصر بالغ بر ۹۸ می باشد که جز عده ای معدود مابقی در طبیعت موجودند. هر يك از این عناصر دارای يك ، چند ایزوتوپ است . عناصر ۹۸ گانه مشتمل بر فلزات و شبه فلزات میباشند . (بجدول عناصر در آخر کتاب مراجعه شود).

جسم مرکب . جسمی است که از ترکیب دو یا چند جسم ساده بوجود آمده باشد مانند آب (ترکیب اکسیژن و ایدرژن) باستانی ۹۸ جسم ساده مابقی اجسامی که در دنیا وجود دارند از اجسام مرکب می باشند .

جو (اتموسفیر) . ۱- هوایی که کروی زمین را احاطه کرده است و ما همه در

آن غوطه وریم ۲- هوا یا گاز دیگری که در ظرفی جای میدهند. خلاء. محلی که از هوا یا هر نوع گاز و بخار دیگر خالی باشد. برای خالی کردن هوای یک ظرف و ایجاد خلاء تلمبه‌های مخصوصی بکار می‌رود بنام تلمبه‌ی تخلیه‌ی هوا.

دریچه‌ی اطمینان. دریچه‌ی است روی دیگ‌های بخار، هر وقت فشار بخار درون دیگ بعدد خطرناکی رسید این دریچه‌ها باز و بخار زیادی خارج و فشار دیگ کم می‌شود. بعضی کتری‌ها دارای دریچه‌ی اطمینانی هستند که سوت هم می‌زند.

ذرات اصلی اتمی. عبارتند از الکترون، پروتون، نوترون، دوترون، (هسته‌ی اتم ایدرژن سنگین) هلیون (هسته‌ی اتم هلیوم) و عده‌ی دیگری که ذکر آنها زائد بنظر می‌رسد.

رادیو آکتیو. اجسامی را گویند که خود بخود و بطور دائم در «تابش» باشند، یعنی مقداری انرژی بصورت حرارت، اشعه‌ی گاما، الکترون، پروتون از خود خارج سازند. مانند رادیوم، اورانیوم، توریم و چند عنصر دیگر رادیو آکتیو یته. خاصیت رادیو آکتیو بودن. مثلاً می‌گوئیم رادیوم دارای رادیو آکتیویته‌ی زیادی است.

رادیوم. (Radium). فلزی براق و سفید و رادیو آکتیو است خاصیت رادیو آکتیویته‌ی این فلز و ترکیبات آن فوق العاده زیاد است و در پزشکی برای برق گذاشتن (سرطان و غیره) مصرف می‌شود.

دریل اتمی، این فلز و بریلیوم را برای تولید نوترون بکار می‌برند. جریان امر بدین قرار است که این فلز بوسیله‌ی تابش خود بریلیوم را بمباران میکند و از بمباران بریلیوم نوترون بمقدار کافی برای

بمباران اورانیوم بدست میآید. رادیوم بسال ۱۹۱۰ بتوسط مادام کوری، شیمی دان فرانسوی، بصورت خالص بدست آمد.

رآکتور هسته ای . (Reactor) پیل اتمی (پیل اورانیوم)

سایکلو ترون (Cyclotron) . دستگاهی که با آن ذرات اتمی بار دار بویژه پروتونها، دوترونها و هلیونها را بسرعت فوق العاده زیاد (چندین ده هزار کیلومتر در ثانیه) بحرکت درآورده و برای بمباران اتمها بکار میبرند. این دستگاه بتوسط ای. او. لارنس (E. O. Lawrence) فیزیک دان عالیقدر و معاصر امریکائی اختراع شده. نه تنها برای کاوش های اتمی، بلکه برای ساختن ایزوتوپهای رادیو آکتیو نیز از این دستگاه مانند پیل اتمی استفاده میشود.

سپینتاریسکوپ (Spinthariscopes) دستگاه ساده ای که انفجارهای اتمی مواد رادیو آکتیو را مانند چشمک زدن ستارگان نشان میدهد.

شدت جریان یا آمپراژ. تعداد الکترونهاست که در یک ثانیه از یک نقطه ی سیمی عبور میکنند. هر چه تعداد الکترونها ی مزبور زیاد تر باشد جریان شدیدتر است و هر چه جریان شدید باشد، تولید حرارت و نور بیشتری میکند.

شکافت یا شکافتن. (اگر در جمله بصورت اسم بکار رود) Fission آن نوع انفجارهای اتمی را بیان میکند که بر اثر آنها هسته ی یک اتم شکافته شده بدو یا چند پاره میشود. مانند انفجار بمب اتمی (اتم های اورانیوم یا پلوتونیوم).

شماره ی اتمی . شماره ی ترتیب هر عنصر در جدول تناوبی. مثلاً شماره ی اتمی ایدرزن ۱، هلیوم ۲، لیتیوم ۳ میباشد. شماره ی اتمی هر عنصر

تعداد الکتردهای آن عنصر را (یا تعداد پروتونهاىیکه در هسته دارد) نیز نشان میدهد.

شماره‌ی زمینه . شدت اشعه کیهانی و تابش‌های محلی در هر نقطه. وقتی برای کشف معادن اورانیوم یا آزمایش مواد رادیوآکتیو میخواهیم با کنتور گایگر مولر کار کنیم، باید قبل از شروع بکار شماره‌ی زمینه را در محل مورد آزمایش تعیین کنیم، یعنی باید بدانیم که شدت اشعه‌ی کیهانی و تابش‌های محلی در این نقطه‌ی بخصوص چقدر است و آنوقت بهنگام آزمایش، هرگاه دستگاه گایگر مقداری بیشتر از شماره زمینه را نشان داد معلوم میشود که ماده‌ی مورد آزمایش تاجه حد خاصیت رادیوآکتیویته دارد.

عایق . اجسامی که نمیتوانند برق را از خود عبور دهند و در حقیقت مانع عبور جریانهای معمولی برق هستند، مانند گوگرد، لاستیک، شیشه، کاغذ، پلاستیک.

عنصر . بکلمه‌ی جسم ساده مراجعه شود.

فرکانس . بکلمه‌ی تناوب مراجعه شود.

فعل و انفعالات شیمیائی . ترکیب شدن دو یا چند جسم با یکدیگر بطوری که باتم موادیکه وارد فعل و انفعال میشود آسیبی نرسد .

فعل و انفعال هسته‌ای . ۱ - تبدیل عنصری بعناصر سبک‌تر از خود در

اثر انفجارهای اتمی مانند فعل و انفعال اورانیوم . ۲ - ترکیب

دو یا چند عنصر سبک و تولید یک عنصر سنگین‌تر مانند ترکیب ایدرن

معمولی با ایدرن سه وزن (تریتیوم) برای تولید هلیوم . ۳ - وارد کردن

یک یا چند نوترون به هسته‌ی یک اتم و ایجاد ایزوتوپهای مصنوعی مانند

تهیه کربن ۱۴ و ۱۳ از کربن ۱۲. چنانکه ملاحظه میشود در فعل و انفعالات هسته‌ای خود اتم مورد حمله قرار میگیرد و سازمان اتمی بهم میخورد.

فعل و انفعال زنجیری. يك نوع فعل و انفعال اتمی که انفجار يك اتم با اتمهای مجاور سرایت کرده و بهمین طریق عمل پیش برود و در مدت فوق-العاده کوتاهی تمام ماده‌ی مورد آزمایش یکباره منفجر شود. مانند فعل و انفعال زنجیری U^{۲۳۵}.

فوت. پا

قطب ۱ - قطب‌های جغرافیائی زمین که یکی در شمال و دیگری در جنوب است ۲ - قطب مغناطیسی: هر يك از دو انتهای يك مغناطیس را قطب گویند. یکی از دو قطب که همیشه بطرف شمال زمین میایستد قطب شمال و قطب دیگر را قطب جنوب مینامند ۳ - قطب پیل: دو محلی که مخصوص اتصال سیم به پیل الکتریکی میباشد. هر پیل دارای يك قطب مثبت و يك قطب منفی است.

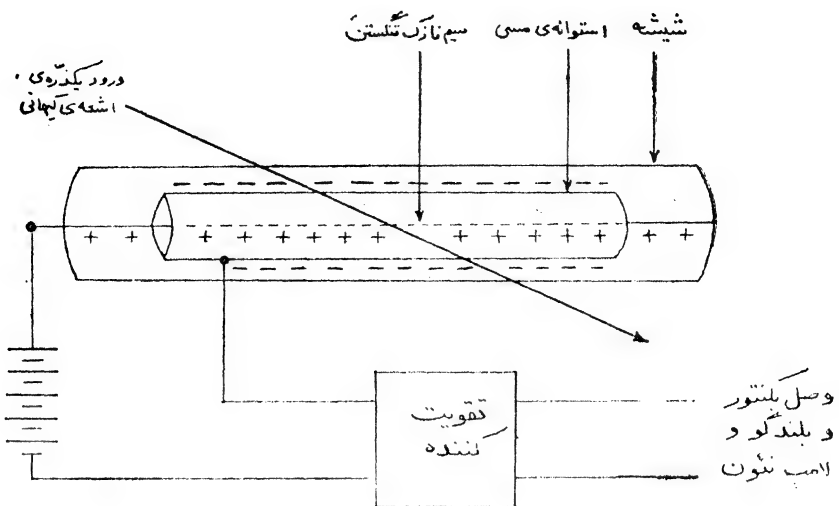
قرقره‌ی القاء یا قرقره‌ی رومکورف (Ruhmkorff) دستگاهی که برای تبدیل ولتاژ کم جریان متصل بولتاژهای فوق‌العاده زیاد بکار میرود. يك قرقره‌ی القاء خوب میتواند ۱۲ ولت جریان متصل را گرفته و جریان برقی با ولتاژ ۴۰۰۰۰ ولت بدهد. بهمین مناسبت قرقره‌ی القاء را برای بکار انداختن لوله‌های کروس و گایسلر که بولتاژهای خیلی زیاد احتیاج دارند بکار میبرند.

کادمیوم (Cadmium) فلز سفید رنگی که در پیل اتمی برای آهسته کردن و حتی برای جلوگیری از حرکت نوترونها بکار میرود و باین

وسيله ميتوان بر ميزان فعل و انفعالات پيل اتمی نظارت کرد.
 کربن (Carbon) شبه فلزی که بصورت خالص و ترکیب در طبیعت فراوان است . کربن تا میزان ۸۵ درصد در ذغال سنگ های خیلی خوب یافت میشود. گرافیت کربن خالص است. الماس هم کربن خالص و متبلور است .

کریپتون (Krypton) یکی از عناصر گازی شکل است که در هوا ب میزان فوق العاده کم یافت میشود و فاقد خاصیت و میل ترکیبی شیمیائی است. به هنگام انفجار یک اتم اورانیوم ۲۳۵ یک اتم کریپتون و یک اتم باریوم بدست می آید .

کنتور گایگر مولر (Geiger - Muller) . دستگاهی است که وجود و شدت تابش های رادیو آکتیو و اشعه ی کیهانی را نشان میدهد . کنتور گایگر نه تنها در کاوش های فیزیکی بلکه برای جستجوی معادن فلزات رادیو آکتیو مانند اورانیوم و رادیوم نیز بکار میرود . ساختمان دستگاه کامل گایگر مولر بسیار ساده است و از سه قسمت تشکیل شده : ۱ - « لوله ی حساس » که در واقع اصل و اساس دستگاه است . ۲ - دستگاه تقویت کننده ۳ - دستگاه شمارنده (کنتور) . لوله ی حساس عبارتست از یک لوله ی شیشه ای که داخل آن دو الکترود نصب شده . یک الکترود عبارتست از یک لوله ی فلزی استوانه ای شکل . الکترود دیگر سیم نازک تنگستن (از این سیم های ظریف درون لامپ های معمولی برق) است که از وسط استوانه ی فلزی، در امتداد محور استوانه، عبور میکند. هوای درون لوله ی حساس را بقدری خالی میکند که فشار آن به ده تا ۵ سانتی متر



جیوه برسد (فشار هوای معمولی در حدود ۷۰ سانتی متر جیوه است و کمی در نقاط مختلف فرق میکند. در کنار دریا ۷۶ سانتی متر است و در تهران ۶۶ سانتی متر). سیم تنگستن به قطب مثبت و استوانه‌ی فلزی به قطب منفی یک مولد برق متصل میشود. وقتی یک ذره‌ی سریع حرکت از تابش‌های رادیو آکتیو یا از اشعه‌ی کیهانی، بلوله‌ی حساس بر بخورد از روپوش شیشه‌ای آن عبور کرده وارد فضای لوله میشود و در اثر برخورد با اتمهای هوای درون لوله یک یا چند الکترون از آنها جدا میکنند و این الکترونهای آزاد شده با سرعت زیادی بطرف سیم تنگستن که دارای بار الکتریکی مثبت است بحرکت میافتند. میدانیم که جریان الکتریسته چیزی جز حرکت الکترونها نیست، بنابراین معلوم میشود که برای مدت فوق العاده کوتاهی جریان ضعیفی درون لوله حساس برقرار میشود. این جریان ضعیف به قسمت تقویت کننده که دومین قسمت یک

دستگاه کامل گایگر مولر است، میرود و در آنجا صدها برابر تقویت شده مقدار قابل ملاحظه‌ای می‌گردد و آنگاه به قسمت شمارنده یعنی کنتور میرود. این قسمت يك دستگاه دقیق اندازه گیری است و ورود هر ذره‌ی اشعه کیهانی یا تابش رادیو آکتیو را با عددی نشان میدهد (مانند کنتور برقی که در خانه‌ها است). ضمناً علاوه بر کنتور، گوشی یا بلندگویی هم در این قسمت موجود است که در اثر عبور جریان، يك بانگ مخصوص شبیه به «تيك» میکند و اگر در ثانیه ده ذره‌ی اشعه کیهانی وارد دستگاه شود ده بار «تيك» میکند. ممکن است بجای گوشی یا علاوه بر گوشی يك لامپ نئون نیز در این قسمت از دستگاه بکاربرد، بطوریکه در اثر عبور جریان روشن و وقتی جریان قطع شد خاموش شود. آنوقت اگر ده ذره‌ی اشعه‌ی کیهانی در يك ثانیه وارد دستگاه گایگر مولر بشود کنتور این دستگاه عدد ده را نشان میدهد و در ضمن بلندگو ده بار «تيك» میکند و لامپ نئون هم ده بار خاموش و روشن میشود.

کندساز یا ما لایم کننده. جسمی است که از سرعت حرکت نوترون‌ها میکاهد. کندسازهای معمولی که در پیل و بمب اتمی بکار میروند آب سنگین گرافیت و کادمیوم هستند.

(Gallon) گالن. واحد حجم امریکائی و انگلیسی و تقریباً معادل $3/8$ لیتر است.

افیت. یک نوع کربن خالص است که مغز مداخله‌های معمولی را از آن می‌سازند گرافیت يك کندساز نوترونی است و اگر ضخامت آن زیاد باشد (حدود $1/5$ الی دو متر) جلوی حرکت نوترون‌ها را بکلی می‌گیرد

و بهمین جهت در دستگاههای اتمی هم بعنوان کندساز و هم بعنوان دیوارهی محافظ بکار میرود.

لوله‌ی کروکس (Crookes). لوله‌های شیشه‌ای است که هوای درون آن بمیزان فوق‌العاده زیادی تخلیه و در آن دویاچند الکترود باشکال مختلف نصب شده. این لوله‌ها اولین بار توسط سرویلیام کروکس (Sir William Crookes) فیزیکدان انگلیسی برای مطالعه در باره‌ی چگونگی تخلیه‌ی الکتریکی در گازهای کم‌فشار و در خلا بکار برده شد.

لوله‌ی گایسلر (Geissler) نوع ساده‌تری است از لوله‌ی کروکس که بتوسط گایسلر، دانشمند آلمانی ساخته شد.

لیتیوم (Lithium) فلزی سفید و نقره‌ای فام است. ملایم کننده. بکلمه‌ی کندساز مراجعه شود.

میدان الکتر و مغناطیسی. وقتی از یک سیم جریان برق میگذرد فضای اطراف سیم خاصیت مخصوصی پیدا میکند و گویند در اطراف سیم یک میدان الکتر و مغناطیسی ایجاد شده.

میدان الکتریکی. فضای اطراف یک جسم باردار.

میدان مغناطیسی. فضای اطراف یک مغناطیس.

میل (Mile) معادل ۱۶۰۰ متر تقریباً.

نصف عمر. مدتی است که طول میکشد تا نصف یک مقدار غیر مشخص یک

ماده‌ی رادیو آکتیو (ناپایدار) تبدیل بماده‌ی غیر رادیو آکتیو

(پایدار) شود. مثلاً نصف عمر رادیوم ۱۶۰۰ سال است یعنی هر

اندازه رادیوم که داشته باشیم پس از ۱۶۰۰ سال نصف آن بسرب

که ماده‌ی غیر رادیو آکتیوی است تبدیل میشود .

نو ترون (Neutron) یکی از اجزاء مشکله‌ی هسته‌ی اتمهاست و در تمام هسته‌ی اتمها، بااستثنای ایدرژن سبک متعارفی وجود دارد . نو ترون فاقد هر گونه بار الکتریکی است و در بمبارانهای هسته‌ای بکار میرود و از مؤثرترین گلوله‌های اتمی است .

نئون . عنصر گازی شکلی است که مانند کریپتون بمیزان فوق العاده کم در هوای جو وجود دارد . این جسم فاقد خاصیت شیمیائی است و آنرا در لوله‌هایی نظیر لوله‌ی گیسار بجای هوا قرار میدهند و در این صورت این لوله‌ها را لامپ نئون مینامند . در لامپ نئون در اثر تخلیه‌ی الکتریکی نور قرمز مایل بنارنجی تولید میشود . این لوله‌ها را برای تابلو نویسی نیز بکار میبرند . (تابلوی نورانی بعضی از مغازه‌های تهران در شب)

وزن یا سنگینی . میدانیم که زمین بتمام اجسام نیروی جاذبه وارد آورده آنها را بجانب خود میکشد و علت افتادن اجسام بزمین نیز همین است . مقدار نیروی جاذبه‌ای که زمین بهر جسمی اثر میدهد وزن آن جسم میباشد . وقتی ما میگوئیم وزن فلان جسم ۵ کیلو گرم است یعنی زمین با نیروی مساوی ۵ کیلو گرم آنرا بطرف خود میکشد . هر چه جرم يك جسم بیشتر باشد وزن آنهم بیشتر است . هر چه از زمین بالاتر برویم مقدار نیروی جاذبه‌ی زمین یعنی وزن جسم کمتر میشود و برعکس هر چه در اعماق زمین بیشتر فرو رویم (مثلا در عمق دره‌های عمیق یا در قعر اقیانوس‌ها، در قطب‌های زمین، که فرو رفته‌تر از سایر نقاط زمین اند، وزن اجسام زیادتر میشود . پس وزن جسم، يك مقدار

ثابت و معینی نیست و بستگی به محل دارد.

وزن اتمی. وزن يك اتم عناصر مختلف، بایکدیگر مساوی نیست. ایدرژن سبك ترین اتمها و کوریوم (عنصر مصنوعی است که از اورانیوم تهیه میشود) سنگین ترین اتمها است (بعد از کوریوم دو عنصر دیگر هم ساخته شده که وزن اتمی آنها بطور دقیق معلوم نیست ولی از کوریوم سنگین ترند.) اگر وزن اتم اکسیژن را ۱۶ فرض کنیم وزن سایر عناصر را نسبت بآن بسنجیم در این صورت وزن اتم ایدرژن تقریباً ۱ (۱/۰۰۸) و وزن کوریوم ۲۴۲ میشود و سایر عناصر هم بهمین ترتیب دارای يك وزن اتمی میشوند که بین ۱ و ۲۴۲ واقع است (به جدول وزن اتمی در آخر کتاب مراجعه شود).

ولتاژ . بکلمه‌ی اختلاف سطح الکتریکی مراجعه شود.

هادی . جسمی که جریان برق ضعیف یا قوی را باسانی از خود عبور دهد. فلزات تماماً هادی‌اند و نقره و مس و آلومینیوم از دیگر فلزات هادی ترند.

هلیوم . عنصر گازی شکل بسیار کمیابی است که بمقدار ناچیز در هوا وجود دارد (مانند نمون و کریپتون) و فاقد خواص شیمیائی است. این عنصر بعد از ایدرژن سبك ترین عناصر میباشد.

هلیون. هسته‌ی اتم هلیوم که شامل دو پروتون و دو نوترون است. دانه‌های هلیون اشعه آلفا را تشکیل میدهند.

جدول عناصر بترتیب شماره‌ای اتمی

(شماره‌ای اتمی عبارتست از تعداد پروتون‌های موجود در هسته‌ی هر اتم)

شماره‌ای اتمی	نام عنصر	علامت اختصاری	وزن اتمی	نقطه ذوب	غیر فلز	گاز نجار (بدون خاصیت شیمیایی)
۱	ایدرژن Hydrogen	H	۱			
۲	هلیوم Helium	He	۴			+
۳	لیتیوم Lithium	Li	۷	+		
۴	بریلیوم یا Beryllium	Be	۹	+		
۵	گلوسینیوم Glucinium			+		
۶	بور Boron	B	۱۰/۸	+	+	
۷	کربن Carbon	C	۱۲	+	+	
۸	ازت یا نیتروژن Nitrogen	N	۱۴	+	+	
۹	اکسیژن Oxygen	O	۱۶	+	+	
۱۰	فلورین Fluorine	F	۱۹	+	+	
۱۱	نئون Neon	Ne	۲۰/۲			+
۱۲	سدیوم Sodium	Na	۲۳	+		
۱۳	منیزیم Mg	Mg	۲۴/۳	+		
۱۴	آلومینیوم Aluminium	Al	۲۷	+		
۱۵	سیلیسیوم Silicon	Si	۲۸	+	+	
۱۶	فسفر Phosphorus	P	۳۱	+	+	
۱۷	گوگرد Sulfur	S	۳۲	+	+	
۱۸	کلور Chlorine	Cl	۳۵/۵	+	+	
۱۹	آرگون Argon	A	۴۰			+
۲۰	پتاسیوم Potassium	K	۳۹	+		
۲۱	کلسیم Calcium	Ca	۴۰	+		
۲۲	سکاندیوم Scandium	Sc	۴۵	+		
۲۳	تیتان Titanium	Ti	۴۸	+		
۲۴	وانادیوم Vanadium	V	۵۱	+		
۲۵	کروم Chromium	Cr	۵۲	+		
۲۶	منگانهز Manganese	Mn	۵۵	+		
۲۷	آهن Fer	Fe	۵۶	+		
۲۸	کوبالت Cobalt	Co	۵۹	+		
۲۹	نیکل Nickel	Ni	۵۸/۷	+		
۳۰	مس Copper	Cu	۶۳/۵	+		
	روی Zinc	Zn	۶۵/۵	+		

آزمایشهای اتمی برای همه

جدول عناصر بترتیب شماره‌ی اتمی (بقیه)

شماره اتمی	نام عنصر	علامت اختصاری	وزن اتمی	فلز	فلز غیر فلز	گاز بی اثر (بدون خاصیت شیمیایی)
۳۱	گالیوم	Ga	۶۹/۷	+		
۳۲	ژرمنیوم	Ge	۷۲/۵	+		
۳۳	آرسنیک	As	۷۵	+	+	
۳۴	سلنیوم	Se	۷۹	+	+	
۳۵	برم	Br	۸۰	+	+	
۳۶	کریپتون	Kr	۸۳/۷			+
۳۷	روبی‌دیوم	Rb	۸۵/۵	+		
۳۸	سترونتیوم	Sr	۸۷/۵	+		
۳۹	ایت‌ریوم	Y	۹۰	+		
۴۰	زیرکونیوم	Zr	۹۱	+		
۴۱	نیوبیوم	Nb	۹۳	+		
۴۲	مولیبدن	Mo	۹۶	+		
۴۳	تکنیسیوم	Tc	۹۹	+		
۴۴	روتنیوم	Ru	۱۰۱/۷	+		
۴۵	رودیوم	Rh	۱۰۳	+		
۴۶	پالادیوم	Pd	۱۰۶/۷	+		
۴۷	نقره	Ag	۱۰۸	+		
۴۸	کادمیوم	Cd	۱۱۲/۵	+		
۴۹	اندیوم	In	۱۱۴/۸	+		
۵۰	قلع	Sn	۱۱۸/۷	+		
۵۱	آنتی‌موآن	Sb	۱۲۱/۸	+		
۵۲	تلور	Te	۱۲۷/۵	+	+	
۵۳	ایود (ید)	I	۱۲۷		+	
۵۴	گزنون	Xe	۱۳۱/۳			+
۵۵	سزیوم	Cs	۱۳۳	+		
۵۶	باریوم	Ba	۱۳۷/۴	+		
۵۷	لانتان	La	۱۳۸/۹	+		
۵۸	سریوم	Ce	۱۴۰/۱	+		
۵۹	پرازئودیوم	Pr	۱۵۰	+		
۶۰	نئودیم	Na	۱۴۴/۳	+		

آزمایشهای اتمی برای همه

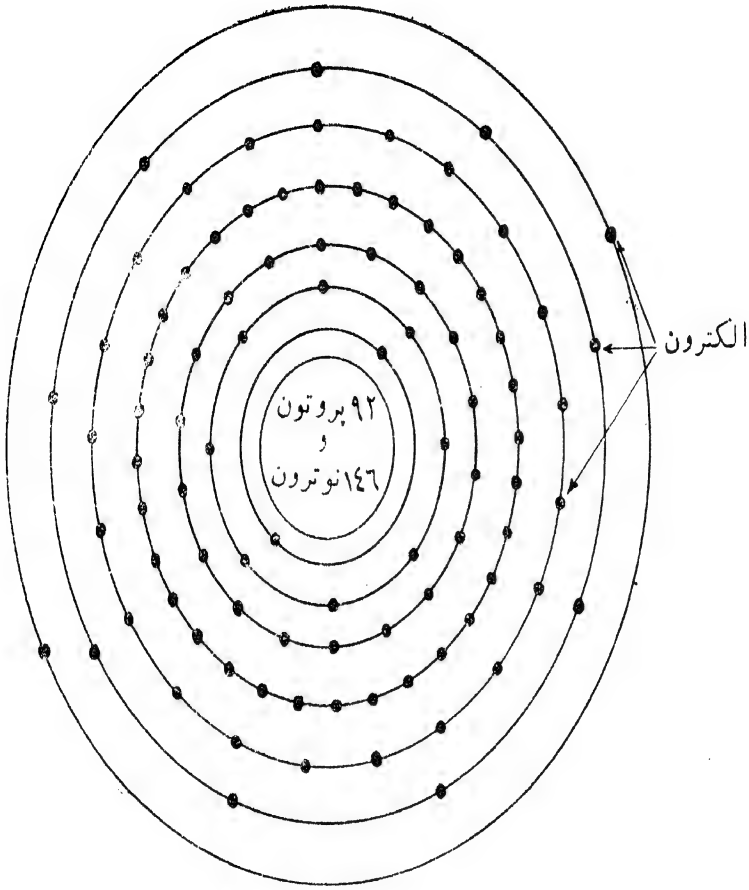
جدول عناصر بترتیب شماره‌ی اتمی (بقیه)

شماره‌ی اتمی	نام عنصر	علامت اختصاری	وزن اتمی	فلز	غیر فلز	گاز بی اثر (بدون خاصیت شیمیایی)
۶۱	پرومتیوم Promethium	Pm	۱۴۷	+		
۶۲	ساماریوم Samarium	Sm	۱۵۰/۵	+		
۶۳	اوروپیم Europium	Eu	۱۵۲	+		
۶۴	گادولین Gadolinium	Gd	۱۵۷	+		
۶۵	تربیوم Terbium	Tb	۱۵۹/۱	+		
۶۶	دیسپروزیوم Dysprosium	Dy	۱۶۲/۵	+		
۶۷	هولمیوم Holmium	Ho	۱۶۵	+		
۶۸	اریبوم Erbium	Er	۱۶۷/۲	+		
۶۹	تولیوم Thulium	Tm	۱۶۹/۵	+		
۷۰	ایتربیوم Ytterbium	Yb	۱۷۳	+		
۷۱	لوتسیوم Lutetium	Lu	۱۷۵	+		
۷۲	هفمیوم Hafnium	Hf	۱۷۸/۵	+		
۷۳	تانتال Tantal	Ta	۱۸۱	+		
۷۴	ولفرام (تنگستن) Wolfram (Tungsten)	W	۱۸۴	+		
۷۵	رنیوم Rhenium	Re	۱۸۶/۳	+		
۷۶	اسمیوم Osmium	Os	۱۹۵/۲	+		
۷۷	ایریدیوم Iridium	Ir	۱۹۳	+		
۷۸	پلاتین (طلای سفید) Platinum	Pt	۱۹۵/۲	+		
۷۹	طلا Gold (Aurum)	Au	۱۹۷/۲	+		
۸۰	جیوه Mercury	Hg	۲۰۰/۵	+		
۸۱	تالیوم Thallium	Tl	۲۰۴/۵	+		
۸۲	سرب Lead (Plomb)	Pb	۲۰۷/۲	+		
۸۳	بیسموت Bismuth	Bi	۲۰۹	+		
۸۴	پولونیوم Polonium	Po	۲۱۰	+		
۸۵	آستاتین Astatine	At	۲۱۱	+		
۸۶	رادون Radon	Rn	۲۲۲			+
۸۷	فرانسیوم Francium	Fr	۲۲۳	+		
۸۸	رادیوم Radium	Ra	۲۲۶	+		
۸۹	اکتی نیوم Actinium	Ac	۲۲۷	+		
۹۰	توریوم Thorium	Th	۲۳۲	+		

آزمایشهای اتمی برای همه

جدول عناصر بترتیب شماره‌ی اتمی (بقیه)

شماره‌ی اتمی	نام عناصر	علامت اختصاری	وزن اتمی	فلز	فلز غیر فلز	گاز بی اثر (بدون خاصیت شیمیایی)
۹۱	پروتاکتینیوم Protactinium	Pa	۲۳۱	+		
۹۲	اورانیوم Uranium	U	۲۳۸	+		
۹۳	نپتونیم Neptunium	Np	۲۳۷	+		
۹۴	پلوتونیوم Plutonium	Pu	۲۳۹	+		
۹۵	امریسیوم Americium	Am	۲۴۱	+		
۹۶	کوریوم Curium	Cm	۲۴۲	+		
۹۷	برکلیوم Berkelium	Bk	?	+		
۹۸	کالیفرنیم Californium	Cf	?	+		



تصویر فرضی اتم اورانیوم ۲۳۸

۹۲	عدہ الکترونها
۹۲	عدہ پروتونها
۱۴۶	عدہ نوترونها
۲۳۸	جرم اتمی

فهرست اشکال

(شکل ۱) تولید الکتریسیته بوسیله مالش

(شکل ۲) قسمت‌های مختلف يك الکتریسیته نمای ساده‌ی دست‌ساز

(شکل ۳) تخلیه‌ی الکتریکی الکتریسیته‌نما در اثر مواد رادیو آکتیو

(شکل ۴) نمایش وجود نیروی جاذبه و دافعه‌ی الکتریکی

(شکل ۵) نمایش وجود نیروی جاذبه و دافعه بین بارهای الکتریکی

ساکن .

(شکل ۶) اجزاء يك الکتریسیته نمای تکمیل شده.

(شکل ۷) عکس الکتریسیته نمائیکه جزئیات آن در شکل ۶ نشان داده

شده است.

(شکل ۸) نمایش وجود میدان مغناطیسی بدور يك سیم حامل جریان

برق .

(شکل ۹) نمایش نیروی جاذبه و دافعه مغناطیسی بوسیله‌ی دو آهن

ربای تیغه‌ای

(شکل ۱۰) نمایش اینکه سیم حامل جریان مانند يك مغناطیس عمل

میکند .

(شکل ۱۱) نمایش وجود رابطه‌ای بین آهنربائی و الکتریسیته .

(شکل ۱۲) قرقره سیم پیچ حامل جریان برق مانند يك آهنربا عمل میکند

(شکل ۱۳) نمایش عبور الکتروسیسته از يك لوله‌ی شیشه‌ای خالی از هوا.

(شکل ۱۴) آزمایش بایك لوله‌ی گایسلر جدید.

(شکل ۱۵) الکترونهايمکه از يك لوله‌ی شیشه‌ای خالی از هوا عبور میکنند بوسیله‌ی يك آهنربا از مسیرشان منحرف میشوند.

(شکل ۱۶) سایه‌انداختن ذرات باردار در يك لوله‌ی شیشه‌ای خالی از هوا.

(شکل ۱۷) منحرف ساختن ذرات باردار بوسیله‌ی يك صفحه‌ی فلزی باردار در يك لوله‌ی شیشه‌ای خالی از هوا.

(شکل ۱۸) نمایش عبور الکترونهاي سریع السیر (با ولتاژ زیاد) از ورقه‌ی نازك آلومینیوم.

(شکل ۱۹) تصویر فرضی الکترون، پروتون و نوترون

(شکل ۲۰) چگونگی گردش الکترونها بدور هسته‌ی يك اتم

(شکل ۲۱) چگونگی جمع شدن نوترونها و پروتونها در هسته‌ی اتم‌ها.

(شکل ۲۲) نمایش اساس فعل و انفعال زنجیری.

(شکل ۲۳) تصویر فرضی يك اتم اورانیوم ۲۳۸

(شکل ۲۴) ساختمان اتم ایدرژن و دوايزوتوپ H_2 و H_3 آن و کربن

۱۲، ۱۳ و ۱۴

(شکل ۲۵) نقشه‌ی يك سپینتاریسکوپ ساده‌ی دست‌ساز.

(شکل ۲۶) عکس سپینتاریسکوپي که در شکل ۲۵ جزئیات آن ملاحظه میشود.

(شکل ۲۷) حزئیات ساختمانی اطاق ابری ویلسون

(شکل ۲۸) اطاق ابری ویلسون در يك شیشه

(شکل ۲۹) آماده کردن اطاق ابری ویلسون برای آزمایش

(شکل ۳۰) چگونگی ظهور اشعه و ذرات اصلی اتم در اطاق ابری

(شکل ۳۱) اساس ساده‌ی کنتور گایگر.

(شکل ۳۲) يك کنتور گایگر ساده و قسمت های مشکله‌ی آن.

(شکل ۳۳) عکسی که بوسیله‌ی مؤلف برداشته شده و نشان میدهد

که اشعه و ذرات تولید شده، بوسیله‌ی صفحه‌ی ساعت‌های شب‌نما، از فلزات سنگین نمیتوانند عبور کنند.

(شکل ۳۴) محل D ها در میان مغناطیس‌های قوی سایکلوترون

(شکل ۳۵) سایکلوترون کوچک دانشگاه روچستر

(شکل ۳۶) چگونگی سرایت انفجار يك اتم باتم‌های مجاور

(شکل ۳۷) يك پیل اتمی ساده

(شکل ۳۸) يك رآکتور هسته‌ای (پیل اورانیوم) بزرگ

(شکل ۳۹) تبدیل انرژی اتمی بانرژی قابل استفاده.

فهرست مندرجات

۳	برای اطلاع خوانندگان
۵	مقدمه بقلم جناب آقای دکتر محمود حسابی
۷	مقدمه و توضیح مترجم
۹	فصل اول يك دنیای مثبت و منفی
۲۸	فصل دوم آهنگر بائی یا برادر الکتریسیته
۳۹	فصل سوم کشف الکترون
۵۶	فصل چهارم ساختمان اتمها
۶۸	فصل پنجم انرژی یا شبح ماده
۷۸	فصل ششم پسر عموهای اتمی: ایزوتوپها
۸۶	فصل هفتم تماشای گلوله‌ها و انفجارهای اتمی
۹۴	فصل هشتم معجزه دريك شیشه‌ی ترشی
۱۰۴	فصل نهم يك کنتور گایگر-مولر بسازیم
۱۱۵	فصل دهم چند آزمایش ساده با تابشها
۱۲۳	فصل یازدهم چرخ و فلک اتمی
۱۳۵	فصل دوازدهم طرز کار بمب اتمی
۱۴۳	فصل سیزدهم پیل اتمی
۱۴۸	فصل چهاردهم توان یا قدرت اتمی

۱۵۵	فصل پانزدهم بمب میدرژنی
۱۵۹	فصل شانزدهم در جستجوی اورانیوم
۱۶۳	معنی لغات علمی مندرج در این کتاب
۱۸۳	جدول عناصر بترتیب شماره‌ای اتمی
۱۸۷	تصویر فرضی اتم اورانیوم
۱۸۸	فهرست اشکال
۱۹۱	فهرست مندرجات

غلطنامه

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۳۴	۱۰	شکل ۱۰	شکل ۱۱
۴۳۰	۴ (زیر شکل)	اول	آخر
۴۶	۷	بقسی	بقسمی
۷۱	۵ (پاورقی)	انرچی	انرژی
۹۱	۱۶	کودہ	کورہ
۹۳	۵	مور	مورد
۹۵	۱۲	ویلسون	ویلسون (۱۱۲)
۹۶	۸	بروک ہیون	بروک ہیون (۱۱۳)
۹۷	۱۴	(بشکل ۲۷)	(شکل ۲۷)
۹۷	۱ (پاورقی)	Ond	And
۱۰۰	۴ (پاورقی)	ماہم	ماہم
۱۰۱	۷	فروانند	فراوانند
۱۰۵	۱ (پاورقی)	Gelger - Muller	Geiger. Muller
۱۰۶	۱	(۱) زائد است	
۱۰۷	۳	ضعیف	ضعف
۱۰۷	۳ (زیر شکل)	ایندن الکترو	ایندو الکترو
۱۰۷	۵ (زیر شکل)	گوئتی	کونتور
۱۰۸	۸	الکترو	دوالکترو
۱۰۹	۲	آنر	آنرا
۱۱۹	۱۵	تعمین	تعمین
۱۲۰	۳	الکتر سینہ	الکتر سینہ
۱۲۰	۱ (پاورقی)	منظور	منظور
۱۲۸	سطر آخر	تغیری	تغییری
۱۳۶	۱۴	(شکل ۱۳۴)	(شکل ۳۴)
۱۴۳	۳ (پاورقی)	۲۳۵	اورانیوم ۲۳۵
۱۵۶	۵	انرژی	انرژی
۱۵۶	۷	دینا	دینا
۱۵۷	۱۷	تریتوم	تریتیوم
۱۶۴	۲۰	ہادی ای	ہادی
۱۶۸	۱۰	کلو سینیوم Glucinium	کلو سینیوم Glucinium

غلطنامه

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۳۴	۱۰	شکل ۱۰	شکل ۱۱
۴۳۰	۴ (زیر شکل)	اول	آخر
۴۶	۷	بقسی	بقسمی
۷۱	۵ (باورقی)	انرچی	انرژی
۹۱	۱۶	کودہ	کورہ
۹۳	۵	مور	مورد
۹۵	۱۲	ویلسون	ویلسون (۱۱۲)
۹۶	۸	بروک ہیون	بروک ہیون (۱۱۳)
۹۷	۱۴	(بشکل ۲۷)	(شکل ۲۷)
۹۷	۱ (باورقی)	Ond	And
۱۰۰	۴ (باورقی)	ماہم	ماہم
۱۰۱	۷	فروانند	فروانند
۱۰۵	۱ (باورقی)	Gelger - Muller	Geiger. Muller
۱۰۶	۱	(۱) زائد است	
۱۰۷	۳	ضعیف	ضعف
۱۰۷	۳ (زیر شکل)	اینڈن الکترو	اینڈو الکترو
۱۰۷	۵ (زیر شکل)	گوئتی	کونتور
۱۰۸	۸	الکترو	دوالکترو
۱۰۹	۲	آنر	آنرا
۱۱۹	۱۵	تعیین	تعیین
۱۲۰	۳	الکتر سیٹہ	الکتر سیٹہ
۱۲۰	۱ (باورقی)	منظور	منظور
۱۲۸	سطر آخر	تغیری	تغییری
۱۳۶	۱۴	(شکل ۱۳۴)	(شکل ۳۴)
۱۴۳	۳ (باورقی)	۲۳۵	اورانیوم ۲۳۵
۱۵۶	۵	انرژی	انرژی
۱۵۶	۷	دینا	دینا
۱۵۷	۱۷	تربہ بوم	تربتیوم
۱۶۴	۲۰	ہادی ای	ہادی
۱۶۸	۱۰	کلوسینیوم Qlucinium	کلوسینیوم Glucinium

چهار کتاب می دهند از چهار مؤلف دانشمند ایرانی

ماه نخشب

شاهکار آثار پر ارزش استاد سعید نفیسی

ماه نخشب مجموعه سرگذشت‌های پهلوانان و دلیران و مردان غیور و مبین پرستی است که در طی قرن‌ها در ایران و بعشق ایران و بخاطر نگهبانی مجد و عظمت ایران مردانه قیام کردند و همگام گروه‌ها گروه از مردم رشید و ایران پرست با بیگانگان و بیگانه‌دوستان مبارزه کردند و عالی‌ترین نشان افتخارات ابدی را برای خود و ملت ما بر پیشانی تاریخ ایران نصب نمودند. ماه نخشب را همه جوانان روشنفکر و مبین پرست باید بخوانند و از پیامی سبک نگارش آن لذت ببرند و بر جلوه‌های درخشان مردانگی و آزادگی نیاکان خود آگاهی صحیح پیدا کنند در راه وطن پرستی و حق جوئی از این گنجینه گرانها توشه مبارزه و شهادت بگیرند.

زندگی و فلسفه

حاج ملاهادی سبزواری

۲

بقلم آقای مدرسی چهاردهی

مقام علمی و روحانی اسرار - چگونگی زندگی - داستانهای اسرار - شعر و شاعری اسرار - نظری فلسفه اسرار سبزواری - تألیفات اسرار - تفسیر قرآن از نظر حکیم سبزواری - حواشی شرح منظومه - تولد و وفات اسرار -

فردوس المرشدیه فی اسرار الصمدیه

۳

تألیف محمود بن عثمان

با مقابله و تصحیح و شرح لغات و توضیح بقلم آقای ایرج افشار
درس گذشت شیخ ابواسحق کازرونی از مشایخ بزرگ صوفیه قرن پنجم و از آثار نثری بسیار جالب قرن هشتم این کتاب بساعتبار نثر فارسی و عقاید صوفیه و جغرافیای تاریخی شهرهای فارس بخصوص کازرون و لهجه کازرونی و فوائد لغوی سودهای بسیار در بر دارد.

فرهنگ فارسی

۴

تألیف آقای دکتر محمد مکرری

مشمول بر کلیه لغات فارسی و عربی و لغات خارجی مستعمل در زبان و نوشته‌های فارسی و لغات معمول در زبان عامه و اعلام مهم تاریخی و جغرافیائی. این کتاب از حیث دارا بودن کلیه لغات مورد احتیاج فارسی زبانان و یگانه فرهنگ کامل و دقیق و صحیح است.
که همه اهل مطالعه را از مراجعه بفرهنگهای مختلف بی نیاز میسازد.

کتابفروشی طهوری - طهران خیابان شاه آباد

